



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

## **Monografía**

**Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento para  
la comunidad El Zapote, comarca las Pavas, municipio de Acoyapa.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

## **Elaborado por**

Br. Marisa José Díaz López  
Br. Miurell Faniska Acosta Pérez  
Br. Lysmeylin Esmelda Duarte Jarquín

## **Tutor**

Msc. Ing. Yader Molina Lagos

Managua, Noviembre de 2018

## **Dedicatoria y agradecimientos.**

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud en primer lugar a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto, darnos salud y lo necesario para cumplir las metas que nos proponemos día a día.

A nuestras familias quienes nos han brindado su apoyo y motivación incondicional, paciencia, dedicación; nutriendo nuestras raíces desde nuestros inicios esforzándose para obsequiarnos la mejor educación que se les fue posible, siendo ejemplos de perseverancia y superación.

Y un especial agradecimiento a nuestros tutores, amigos y colegas que han sido clave en nuestra vida profesional y por extensión en la personal, que se cruzaron en nuestro camino enriqueciéndonos con información y consejos, compartiendo sus conocimientos y contribuyeron con su asesoría para complementar y finalizar una etapa de nuestro desarrollo profesional.

## **Resumen ejecutivo.**

El presente documento muestra el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la comunidad El Zapote, comarca las Pavas, municipio de Acoyapa En los que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

El sistema fue diseñado en base a las “Normas Técnicas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de agua potable en el medio rural” emitidas por el INAA, considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas.

El documento también contiene la memoria de diseño y los aspectos técnicos considerados durante las etapas de estudio y diseño, además de los datos recolectados durante la investigación de campo, así mismo un análisis de costos soportado y respaldado con cálculos y tablas de referencias. Al final se muestran las herramientas utilizadas para poder llevar a cabo cada uno de estos estudios y análisis.

Durante el estudio se determinó la fuente de abastecimiento para la construcción del MABE, seleccionando un pozo el cual está ubicados a unos 400 mts de la comarca, la cual según los aforos realizados cumple con la demanda para 20 años. El diseñó la obra de toma de la fuente anteriormente abordada y los parámetros técnicos del MABE han quedado establecidos, así como la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la red, incluyendo las recomendaciones de funcionamiento como la aplicación de cloro y trabajos de mantenimientos necesarios para el proyecto.

Se estableció la dotación para una población estimada y proyectada para 20 años. Realizando el análisis de costo y presupuesto de la obra.

Se presentan los resultados de cada uno de los estudios realizados, área de influencia, situación actual de la comunidad, problemas encontrados y alternativas propuestas.

Datos que están soportados con tablas y fórmulas que justifican los avances y requerimientos técnicos para el análisis y selección de fuente de abastecimiento de agua potable y diseño de MABE; por medio de estos resultados, es posible calcular y seleccionar un equipo de bombeo eléctrico capaz de suministrar y bombear agua según la demanda de la comunidad, una red de distribución extensa, diseñada para soportar las presiones ejercidas por el agua y otros factores.

## Índice de contenido.

Capítulo I GENERALIDADES .....	2
1.1 Introducción .....	2
1.2 Antecedentes .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
Capítulo II DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	7
2.1 Límites, localización y acceso.....	7
2.1.1 Macro localización .....	7
2.1.2 Micro localización .....	8
2.1.3 Relieve, clima y pluviosidad.....	9
2.1.4 Desarrollo socio-económico.....	9
2.1.5 Equipamiento social .....	12
2.1.6 Vías de transportes .....	12
2.1.7 Agua y Saneamiento .....	13
Capítulo III MARCO TEORICO.....	15
3.1 Sistema de Abastecimiento .....	15
3.1.1 Fuentes de abastecimiento .....	15
3.1.2 Sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP).....	15
3.1.3 Estudios de población.....	19
3.1.4 Dotaciones y Demanda de agua para consumo. ....	20
3.2 Saneamiento de aguas residuales .....	26

Capítulo IV DISEÑO METODOLOGICO .....	28
4.1 Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional.....	28
4.2. Proyección de la población. ....	28
4.3 Dotación y población a servir.....	29
4.3.1 Periodo de diseño.....	29
4.3.2 Consumo poblacional .....	30
4.3.3 Variaciones de consumo .....	31
4.5 Fuente de abastecimiento.....	34
4.5.1 Aforo.....	34
4.5.2 Calidad de agua .....	35
4.6 Tratamiento .....	37
4.6.1 Cloración .....	37
4.7 Levantamiento topográfico.....	40
4.7 Estudio de Suelos.....	40
Capítulo V: CÁLCULO Y RESULTADO .....	43
5.1 Equipo de Bombeo Eléctrico.....	44
5.1.1 Criterios de selección. ....	44
5.1.2 Selección del equipo de bombeo.....	44
5.1.3. Pérdidas .....	46
5.1.4 Tiempo de Bombeo .....	49
5.1.5 Electrificación del sistema. ....	50
5.2 Tanque de Almacenamiento .....	50
5.2.1 Cálculo de dimensionamiento del tanque de almacenamiento.....	52
5.3 Red de distribución. ....	53
5.3.1 Resultados de EPANET. ....	59

5.4	Saneamiento .....	64
5.4.1	Algoritmo de selección de saneamiento.....	65
5.4.2	Alternativa seleccionada de saneamiento .....	67
5.4.3	Pozo de infiltración de aguas grises (PIAG).....	70
5.5	Costo y presupuesto .....	73
5.5.1	Descripción de las actividades de construcción .....	73
5.5.2	Presupuesto .....	95
5.5.3	Costo total del proyecto .....	106
Capítulo VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		108
6.1	Conclusiones .....	108
6.2	Recomendaciones .....	109
Bibliografía.....		110
ANEXO I: Encuesta .....		114
ANEXO II: Tasa de crecimiento INIDE .....		121
ANEXO III: Análisis de calidad de agua .....		123
ANEXO IV: Datos levantamiento topográfico. ....		125
ANEXO V: Curva del equipo de bombeo .....		137
PLANOS .....		138

### **Índice de tablas**

Tabla 1	Estudio poblacional y tasa de crecimiento .....	11
Tabla 2	Población proyectada .....	28
Tabla 3	Periodo de diseños .....	30
Tabla 4	Dotación .....	31
Tabla 5	Variaciones de consumo.....	33
Tabla 6	Detalles técnicos del pozo .....	34
Tabla 7	Aforo .....	34

Tabla 8 Parámetros físicos-químicos .....	35
Tabla 9 Parámetros bacteriológicos .....	36
Tabla 10 Parámetros Organolépticos .....	36
Tabla 11 Cálculo para el tratamiento del agua .....	39
Tabla 12 Resultados del ensaye de laboratorio .....	41
Tabla 13 Equipo de bombeo seleccionado .....	44
Tabla 14 Análisis del diámetro técnico de línea de conducción .....	46
Tabla 15 Pérdida de la columna de succión .....	47
Tabla 16 Pérdidas por descarga .....	47
Tabla 17 Longitudes equivalentes por accesorio .....	48
Tabla 18 Longitud total de tubería de descarga .....	48
Tabla 19 Pérdidas por fricción de la tubería de descarga .....	49
Tabla 20 Demanda de almacenamiento del tanque .....	50
Tabla 21 Propuesta final de dimensionamiento del tanque .....	53
Tabla 22 Caudales unitarios .....	57
Tabla 23 Demanda red .....	61
Tabla 24 Diámetro de la tubería en el sistema .....	64
Tabla 25 Ventajas y desventajas de la alternativa seleccionada .....	70
Tabla 26 Presupuesto .....	95

### **Índice de ecuaciones**

Ecuación 1 Proyección poblacional .....	28
Ecuación 2 Consumo promedio diario. ....	31
Ecuación 3 Cálculo de pérdidas en el sistema .....	32
Ecuación 4 Consumo máximo día .....	32
Ecuación 5 Consumo Máximo hora .....	32
Ecuación 6 Volumen de cloro .....	37
Ecuación 7 Hipoclorito de calcio .....	38
Ecuación 8 Volumen de la solución .....	38
Ecuación 9 Casto por goteo del hipoclorador .....	38
Ecuación 10 Longitud total de descarga .....	48



Ecuación 11 Pérdidas en la tubería .....	48
Ecuación 12 Tiempo de bombeo .....	49
Ecuación 13 Volumen del Tanque .....	52
Ecuación 14 Volumen del reservorio .....	52
Ecuación 15 Capacidad del PIAG .....	72

## **Índice de ilustraciones**

Ilustración 1 Macro localización .....	7
Ilustración 2 Micro localización. ....	8
Ilustración 3 Sistema propuesto .....	43
Ilustración 4 Esquema general de la red.....	54
Ilustración 5 Esquema hidráulico, de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica .....	55
Ilustración 6 Elevación de cada nodo .....	56
Ilustración 7 Caudales unitarios en nodos .....	58
Ilustración 8 Longitudes de la red .....	60
Ilustración 9 Presiones en el sistema con consumo .....	62
Ilustración 10 presiones en el sistema sin consumo .....	63
Ilustración 11 Ruta de selección de saneamiento .....	67
Ilustración 12 Selección de la alternativa de saneamiento .....	68
Ilustración 13 Letrina de hoyo seco .....	69
Ilustración 14 Dimensiones del pozo de infiltración .....	72

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1 Actividades económicas de la zona. ....	10
Gráfico 2 Distribución poblacional.....	11
Gráfico 3 Punto de operación .....	45

## **Índice de fotografías**

Fotografía 1 Levantamiento topográfico.....	40
---	----

# CAPÍTULO I

## **CAPÍTULO I GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La problemática actual y el reto principal del país es brindar un abastecimiento de agua potable y saneamiento a las comunidades rurales que no disponen de dichos sistemas, como consecuencia de su complicado acceso. Estas no cuentan con una adecuada disposición del agua y un sistema de colección, depuración y evacuación de los residuos sólidos y excretas.

Debido a esta situación, la población se ha dado a la búsqueda de distintas fuentes de aguas, tanto superficiales como subterráneas, para abastecer sus necesidades, pero no cuentan con procesos de extracción ni estudios adecuados, para verificar si el agua es apta para el consumo. A esto, se le suma la dificultad para transportar el líquido y las largas horas de espera para obtenerlo.

Otro problema, es la falta de un sistema adecuado para el tratamiento de las aguas residuales, lo cual afecta la salud de la población puesto que se encuentra expuesta al mal olor y las toxinas que secretan las aguas servidas, generando así distintas enfermedades y la proliferación de mosquitos transmisores de malaria y dengue. La prevención de dichas enfermedades es una de las tareas más importantes para la conservación de la salud.

El proyecto que se diseñó, consistió en el abastecimiento y saneamiento del agua en la comunidad El Zapote, comarca Las Pavas, municipio de Acoyapa; puesto que este sector carece de dichos servicios, los cuales son necesarios para la vida y una salud adecuada.

Además, se diseñó un sistema de tratamiento de las aguas servidas, de acuerdo a las normas rurales establecidas, para disminuir los riesgos a la salud de la población y asimismo ayudar a mejorar el medio ambiente.

## 1.2 ANTECEDENTES

El municipio de Acoyapa fue fundado por los antiguos moradores españoles. El 11 de febrero de 1862, por ley legislativa se elevó a la categoría de ciudad con una extensión territorial de 1,381.79 km<sup>2</sup>. No se tienen documentos históricos sobre la fundación del asentamiento de la comunidad El Zapote. Según los pobladores más ancianos este tuvo lugar para la Revolución sandinista, donde las personas buscaron establecerse lejos del pueblo para mantener sus familias a salvo ocupando una extensión territorial alrededor de 1 Km<sup>2</sup>.

La ciudad de Acoyapa cuenta con el servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias, en el caso contrario la comunidad El Zapote no y la población debe acarrear el agua con baldes y carretas desde los pozos hasta sus hogares.

Los pobladores del Zapote son abastecidos por dos pozos de agua, a los cuales se les tiene que extraer el líquido de manera manual. Además, están ubicados demasiado lejos del poblado, a unos 400 metros, por esta razón las amas de casas optan por realizar la lavandería en la ribera del río Oyate ya que es una de las actividades que requiere más cantidad de agua.

Otro de los problemas de la comunidad es la eliminación de desechos sólidos y aguas grises, puesto que el 40 por ciento de las viviendas no cuenta con letrinas y los habitantes de estas deben realizar sus necesidades fisiológicas en las otras casas.

Dichas letrinas son fabricadas artesanalmente de forma rustica y los desechos que producen son quemados por cada familia en sus patios o simplemente son dejados a la intemperie, lo cual crea un foco de contaminación al medio ambiente y pone en riesgo su salud.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La iniciativa de realizar un diseño de abastecimiento de agua y saneamiento para la comunidad El Zapote es hacer que el uso del agua potable sea más adecuado, es decir, proporcione seguridad a los habitantes al momento de consumirla, hacer una extracción apropiada del afluente con los respectivos estudios físico-químicos, bacteriológicos y una red de distribución que abastezca la comunidad, que estará conectada a la fuente de abastecimiento de agua de manera fácil y directa, con un uso racional del líquido vital; así mismo encontrar un método de saneamiento de aguas servidas y residuos sólidos que se acople a las necesidades de los habitantes.

Una captación más eficaz y directa del agua facilitaría el aseo personal de la población, así como la limpieza del hogar y evitaría la proliferación de enfermedades en la comunidad.

A través del mejoramiento del abastecimiento de agua limpia, las medidas de higiene en el hogar y el saneamiento público que permita la biodegradación de los desechos humanos, se podrá prevenir la incidencia de enfermedades por contaminación microbiana del agua y enriquecer la calidad de vida de los habitantes.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que incluirá saneamiento rural que se adapte con las situaciones encontradas en la comunidad El Zapote, comarca las Pavas, municipio de Acoyapa.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar socioeconómicamente a la población y su crecimiento.
- Establecer los parámetros técnicos del sistema de abastecimiento que incluye dotación, levantamiento topográfico, estudios de suelos, selección de la fuente.
- Diseñar la red de abastecimiento
- Seleccionar un sistema de saneamiento adecuado a la comunidad
- Calcular las cantidades de obras y costos del proyecto.
- Elaborar y presentar planos constructivos del sistema propuesto.

## CAPITULO II

## CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL SITIO

### 2.1 Límites, localización y acceso

#### 2.1.1 Macro localización

El municipio de Acoyapa limita al norte con los municipios de San Pedro de Lóvago y Juigalpa, al sur con el municipio de Morrito, al este con Santo Tomás y Villa Sandino y al oeste con el gran lago de Nicaragua.

Acoyapa está conectada por la carretera pavimentada Managua-Rama, dándole comunicación con los otros municipios. Tiene vías de acceso de macadán que comunican a Juigalpa con los municipios de Comalapa, Cuapa, La Libertad Santo Domingo, El Ayote, San Pedro de Lóvago y a las diferentes comarcas del municipio. La comunidad El Zapote se ubica en las coordenadas siguientes:

Longitud 11°47'10.85", Latitud 84°57'34.59"

El acceso para la comarca es a través de un camino de tierra, existe un bus que sale una vez al día.

*Ilustración 1 Macro localización*



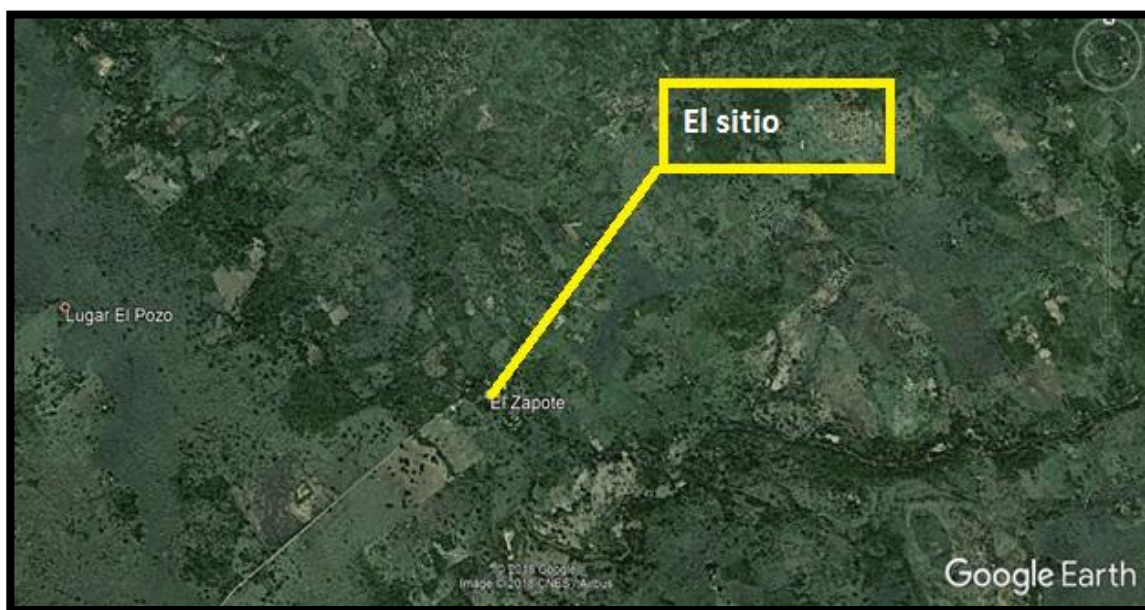
(Google Earth, s.f.)



### 2.1.2 Micro localización

El municipio de Acoyapa cuenta con una extensión territorial de 1 381.79 km<sup>2</sup>, y alberga 9 comarcas entre ellas Las Pavas donde está La comunidad El Zapote, ocupa una extensión territorial de aproximadamente 1 Km<sup>2</sup> y tiene un total de habitantes de 348 habitantes.

*Ilustración 2 Micro localización.*



(Google Earth, s.f.)

La comunidad El Zapote está ubicada en el municipio de Acoyapa, la cual se encuentra a unos 170 kilómetros de la capital, la comunidad de la cabecera municipal se encuentra a 37 kilómetros.

Acoyapa está ubicada en la parte central del territorio de Nicaragua, entre la costa nororiental del Lago Cocibolca, la cordillera de Amerrisque y los valles que trazan en su descenso hacia el Lago. También cuenta con transporte para fuera del municipio como a la capital y toda la región centro sur del país.

### **2.1.3 Relieve, clima y pluviosidad**

El territorio se considera en su totalidad irregular y quebrada, con cordilleras en la parte central y este del municipio. Además, cabe señalar que existe en la parte occidental un sector llano.

Tiene un clima de sabana en la parte sur y al este con un clima tropical húmedo. Los meses más frescos de este municipio van desde noviembre hasta marzo y los meses más calurosos van de abril a octubre.

La precipitación promedio anual es de 1,125 milímetros y la temperatura promedio de la zona es de aproximadamente 27.5 °C.

### **2.1.4 Desarrollo socio-económico**

Para tener una mejor visión de la calidad de vida y proyección de la población se aplicó un censo poblacional<sup>1</sup> en todas las propiedades de la comunidad; de la cual se recopiló datos generales como género, actividades socio-económicas predominantes, ingreso económico entre otros a continuación mostraremos los resultados obtenidos.

Actualmente la población es de 348 habitantes en un total de 58 viviendas. En la comarca existen una iglesia adventista y una iglesia católica, un centro de salud y un centro escolar.

#### **Actividades económicas**

Las actividades económicas predominantes en el municipio son la ganadería y la agricultura, la primera es la más importante, mientras que la agricultura ha sido una actividad de carácter secundario destinada fundamentalmente al consumo

---

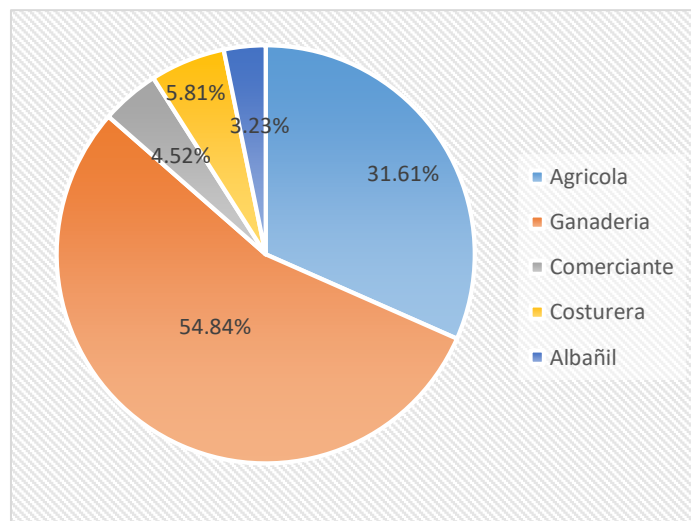
<sup>1</sup> Ver ANEXO I: Encuestas

interno. La comercialización del queso y productos lácteos se realiza principalmente en la ciudad de Managua, la venta de ganado es otra actividad importante para el municipio.

Los pobladores son productores y comerciantes informales que no cuentan con un ingreso estable. No obstante, algunos habitantes emigran a Costa Rica para los cortes de café.

Un 54.84% de la población se dedica a la ganadería con una ganancia promedio de C\$ 8,400 mensuales; venta de ganados y exportación de leche; 31.61% son agricultores con ganancias de C\$ 3,000 mensuales, el 4.52% son comerciantes independientes los cuales llegan C\$ 5,000; el restante 5.81% son costureras con ingresos promedios de C\$2,000 y el 3.23% son albañiles los ingresos varían según la duración del trabajo promedian una entrada de C\$250 al día.

*Gráfico 1 Actividades económicas de la zona.*



(Elaboración propia )

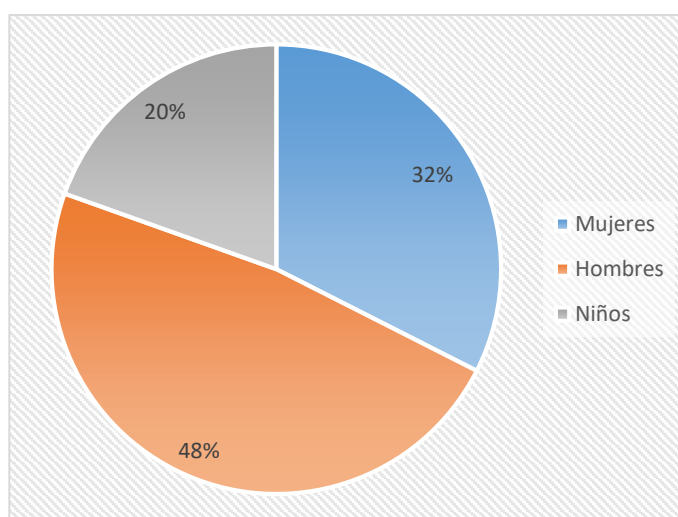
El ingreso máximo promedio que llega a tener la población es de C\$8,400 al mes sin embargo, en épocas de poca producción el ingreso llega a reducirse a

C\$4,500 debido a que es una población de escasos recursos la inversión de los habitantes para el proyecto será por medio de la mano de obra.

### **Género**

De los resultados obtenidos se refleja una población actual de 348 habitantes en un total de 58 viviendas, estas se encuentran concentradas. De los cuales se derivan 113 mujeres, 167 hombres y 68 niños menores de 15 años.

*Gráfico 2 Distribución poblacional*



(Elaboración propia )

La encuesta realizada por este estudio, aplicada en el año 2018. Los datos de estas se resumen en las siguientes tablas:

*Tabla 1 Estudio poblacional y tasa de crecimiento*

Población del Año 2018	
Total de Familias	66
Total de Habitantes	348
Total de niños (as) ≤ 15ã	68
Total de Viviendas	58

(Elaboración propia )

### **2.1.5 Equipamiento social**

#### **Educación**

En la comunidad existe un centro de educación multigrado administrado por el Ministerio de Educación (MINED), comprende desde el tercer nivel de preescolar, primaria multigrados (varios grados en una sola aula de clases), secundaria dominical por encuentros.

#### **Salud**

El municipio de Acoyapa cuenta con dos puestos de salud en el área urbana y con puestos emergentes en cada comarca. La problemática de salud en la población de esta comunidad se expresa por la escasez de medicamentos y personal médico en dicho centro asistencial.

En el Zapote existe un puesto de salud que atiende dos veces por semana realizando atenciones básicas: diarreas, enfermedades respiratorias, malaria y parásitos, las cuales constituyen las enfermedades más comunes que se presentan en esta comunidad.

El agua potable es un requisito fundamental para la reducción de enfermedades en la comunidad, el mal manejo de las aguas es una de las causas principales de las enfermedades en dicha comunidad.

### **2.1.6 Vías de transportes**

El Zapote tiene una vía de acceso única, la cual cuenta con un recorrido de bus que entra a las siete de la mañana a la comunidad, luego sale a las cinco de la tarde de Acoyapa hacia el poblado. En la comunidad la gente se desplaza a pie o en bestia.

### **2.1.7 Agua y Saneamiento**

No existen redes ni conexiones de agua domiciliarias, la forma de abastecimiento se da por dos pozos perforados y el río Oyate.

#### **Agua potable**

Las 66 familias hacen uso del pozo, 52 familias usan el río Oyate para ciertas actividades; en su mayoría en especial las familias de mayor número de habitantes hacen alrededor de 2 viajes hacia el pozo de los cuales acarrearán 4 baldes de 5 galones por viaje recolectando en promedio 45.74 galones diarios; para actividades más importantes la ropa y actividades que requieren una cantidad mayor de agua son realizadas en el río Oyate.

#### **Sistemas de saneamiento**

De las 66 familias 62 de ellas hacen uso de letrinas como sistema de saneamiento, 2 poseen sumideros y 2 visitan casas vecinas para hacer sus necesidades ya que no dispone de ningún tipo de sistema en sus viviendas.

Las aguas grises son depositadas al aire libre 64 familias tiran los desechos en el área que conforma su patio o a la calle, 2 de estas hacen uso de sumidero.

## CAPITULO III

## **CAPÍTULO III MARCO TEORICO.**

### **3.1 Sistema de Abastecimiento**

#### **3.1.1 Fuentes de abastecimiento**

Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura de diseño en cantidad y calidad.

En la selección de la fuente juega un papel importante los datos o registros hidrológicos, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico (Día de Máximo Consumo).

De acuerdo a la forma de aprovechamiento, se consideran dos tipos principales:

Aguas Superficiales: Ríos, lagos, lagunas, lluvia, manantiales etc.

Aguas Subterráneas: Acuíferos Subterráneos o Sub superficiales

#### **3.1.2 Sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP)**

El objetivo fundamental es dotar de agua de manera eficiente e higiénica a una población, en cantidad y calidad. Para el diseño de un Sistema de Agua Potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser las normas del sector urbano, debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por perdidas. El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) ha



establecido normas para el buen funcionamiento de estos sistemas. La población rural se puede dividir en los siguientes segmentos:

**Rural Concentrado:** Son poblaciones rurales de estabilidad relativa, en algunos casos con altas tasas de crecimiento poblacional. Su actividad socioeconómica está orientada principalmente a la comercialización agrícola-ganadera. Cuentan con algunos servicios básicos e infraestructura.

**Rural Disperso:** Son grupos poblacionales que se asientan en forma diseminada en valles y comarcas en las diferentes regiones del país. Carecen de servicios básicos e infraestructuras mínimas. Alto esparcimiento de viviendas y bajos ingresos con tendencia a niveles de subsistencias.

Los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua son:

**Obras de captación:** Permite captar el agua resultante de la fuente que deberá ser suficiente para todo el año, supliendo así la cantidad de agua necesaria de la población actual y futura del lugar determinado. Estas pueden ser fuentes superficiales o subterráneas.

La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de captar el caudal deseado. Su diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento seleccionado y sus características.

**Línea de conducción:** La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las

tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los culebreros.

Las líneas de conducción se pueden clasificar en:

- **Líneas de conducción por gravedad:** En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el Flujo.
- **Líneas de conducción de bombeo:** En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

**Estación de Bombeo:** En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo o de rebombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución.

Para el diseño de la una estación de bombeo se consideran los siguientes aspectos:

- El equipo de bombeo
- Los accesorios complementarios.

- Las edificaciones y las fundaciones.

**Red de distribución:** La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

**Tratamiento:** Cuando el agua captada no cumple con las normas de calidad, se deberá considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano.

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua Subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

**Almacenamiento:** Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

En la existencia de variaciones de consumo para las diferentes horas de un día cualquiera, la tubería que suministra agua a las edificaciones (red) debe ser capaz de conducir el máximo consumo que una determinada zona demande en cualquier instante. Ello se transmitirá a toda la red y llegaría al tanque, el cual actuará como amortiguador (compensador) de estas variaciones horarias.

**Calidad de agua:** Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad. Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras.

**Tanques de almacenamiento:** Las clases de tanques de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

- Mampostería
- Hormigón armado
- Acero

Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

- Tanques sobre el suelo
- Tanques elevados
- Tipo cisternas

### **3.1.3 Estudios de población.**

**Censo de población:** Los censos son la única fuente de información en una gran mayoría de países, con referencia al tamaño y la distribución de la población en los ámbitos geográficos y administrativos, en que se dividen los Respective territorios nacionales. En Nicaragua la información obtenida, proveniente de estas fuentes, que permiten estudiar la evolución de la población desde los

tiempos de la colonia. En esta parte, la descripción y análisis de los datos censales se circunscriben a los últimos 100 años. Partiendo del inicio de la estadística censal oficial en el año 1906, hasta el 2005; establece que en este período la población creció 10 veces.

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

- Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del Sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada casa.

**Cálculo poblacional:** El método de cálculo a emplearse para determinar la población en áreas rurales se establece por medio del método geométrico según las normas técnicas del INAA.

#### **3.1.4 Dotaciones y Demanda de agua para consumo.**

De las “Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural (NTON 09001 – 99)” publicado por INAA para el sector rural se tienen las siguientes dotaciones:

- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de puestos públicos se asignará una dotación de 30 a 40 litros por habitante por día (lt/hab/día).
- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias o de patio, se asignará una dotación de 50 – 60 lt/hab/día.
- Para comunidades que se abastecen por medio de pozos excavados a mano o perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lt/hab/día.

**Dotación:** La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de Servicio adoptado
- Factores geográficos
- Factores culturales
- Uso del agua.

**Demanda:** La demanda del servicio de agua potable se determina mediante las proyecciones demográficas, dotaciones, niveles de cobertura y pérdidas esperadas para el período previsto. El proyecto debe tener un tamaño determinado por la demanda estimada hacia el final del periodo de diseño de las obras que se adopten.

**Conexiones Domiciliares:** Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

**Puestos Públicos:** Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer de 2 a 20 casas. Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.

**Almacenamiento:** En los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer la reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (BANCO MUNDIAL, 2012)

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1998)

Para determinar los parámetros de diseño en los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema. (ENACAL, 1989)

-Para el cálculo del período de diseño para el abastecimiento de los componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

-Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.

-Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

**Línea de conducción:** Es la que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, y desde el tanque hasta la red de distribución o captación, hasta el tanque de almacenamiento. La construimos, generalmente de PVC-SDR26, excepto en tramos donde la tubería no se pueda enterrar o cruces aéreos de ríos y quebradas, en donde utilizamos tubos de hierro galvanizado”.

**Se entiende por red de distribución:** A un sistema de tuberías de PVC-SDR26, que permite distribuir el agua a los diversos puntos de consumo en la comunidad, los que pueden ser puestos públicos o puestos de patio.

Para el Cálculo de las Velocidades y presiones permisibles, se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 metros/ segundos (m/s)

Velocidad máxima = 2.0 metros/segundos (m/s)

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros (ENACAL, 1989)

**El tanque de almacenamiento:** Es empleado para almacenar el agua y suplir la demanda de la población en las horas de mayor consumo, lo podemos construir de ladrillos, bloques, piedra, plástico o de concreto reforzado. Se instala sobre el suelo o sobre tierra. (FISE, 2008)

**Para realizar el tratamiento y desinfección de un sistema de agua:** Se debe operar o usar correctamente, de la siguiente manera:

- **Desinfección del agua:** El agua que consumimos la desinfectamos mediante la cloración. Este es un proceso que requiere mucho cuidado para que la dosis del desinfectante garantice agua segura para el consumo.

Se entiende por Tomas de Agua “aquellos elementos del servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias. Las tomas de agua se le conocen también como puestos de agua”. Existen dos tipos de puestos de agua:



- Puesto domiciliario
- Puesto Público.

**Accesorios:** A lo largo de todo el sistema se instalan ciertas piezas llamadas “accesorios”, que son muy importantes para el funcionamiento del acueducto. Los más conocidos son: Llave de chorro, válvula de pase, válvula de limpieza, codos, (Elaboración propia )adaptadores, reductores, válvula de flotador o de boya, Tees, uniones, medidores de agua, cajas protectoras de medidor. (FISE, 2008)

**Acometidas:** Se entiende al enlace de la instalación general interior del inmueble con la tubería de la distribución. Es la parte de la instalación que, tomando el agua de las tuberías de servicio de los ayuntamientos o compañías de abastecimiento público, la llevan al interior de los edificios.

**Las pérdidas en el sistema:** Se definen como parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20 %.

**El Consumo Promedio Diario Anual (CPDA):** Se determina como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación } (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:

Q<sub>m</sub>: Consumo promedio diario, litros/ segundos (l/s).

P<sub>f</sub>: Población futura, habitantes (hab).

d: Dotación, litros/habitantes/día (l/hab/día).

**Consumo Máximo Diario (cmd) y Horario (cmh):** Se define, como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

Para el Consumo Máximo Diario (CMD) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ), recomendándose el valor promedio de 130%.

En el caso del Consumo Máximo Horario (CMH), se considerará como el 100% del promedio diario ( $Q_m$ ). Para poblaciones concentradas o cercanas a las poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores a los 150%.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el Consumo Máximo Diario (CMD) y del 150% para el Consumo Máximo Horario (CMH). (Población de Diseño y Demanda de Agua, s.f.).

**Se define como caudal máximo horario:** El uso que cada individuo hace de la cantidad de agua que consume en el día no es constante a lo largo de las 24 horas del día, hay horarios en que se consume mucha agua, y otros en que no se consume casi. Esta variación se considera frecuentemente por medio de un factor que generalmente se denomina como  $K_2$ . Este factor generalmente varía entre 1.5 y 2.2. (Definiciones usuales en Hidráulica, 1987)

**Características del Agua:** Las características físicas del agua se clasifican de la siguiente manera.

-El color en el agua puede ser de origen mineral o vegetal, causado por sustancias metálicas como el hierro o manganeso, algas, plantas acuáticas y

protozoarios, o por residuos orgánicos o inorgánicos de industrias tales como: refinerías, pulpas de café y papel.

- La turbiedad en el agua es atribuida principalmente a las partículas sólidas en suspensión, que disminuye la claridad y reducen la transmisión de la luz en el medio, puede ser provocada por sustancias como hierro y zinc, plancton, algas y detritos orgánicos. La turbidez está muy ligada al color y reduce la eficiencia de la cloración.

- Los términos olor y sabor generalmente se confunden, aunque ni el olor ni el sabor pueden ser directamente correlacionados con la seguridad sanitaria de una fuente de abastecimiento. Su presencia puede causar rechazo por parte del consumidor. Las principales causas se deben a:

- Descomposición de la materia orgánica.
- Algas y otros organismos microscópicos.
- Hierro manganeso y productos metálicos de la corrosión.

### **3.2 Saneamiento de aguas residuales**

Los sistemas de saneamiento sanitario aquí propuestos son idóneos a esta comunidad para que los habitantes tengan mejor calidad de vida, aparte de mostrar tecnologías amigables con el medio ambiente optando no simplemente con el sistema de saneamiento básico rural que establece la norma.

## CAPITULO IV

## CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional se utilizó el levantamiento de las encuestas continuas de hogares realizadas por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)<sup>2</sup>, los datos por crecimiento poblacional, según su región geográfica y departamento. Chontales, de la región Central y Norte, el departamento es de menor crecimiento ya que sólo llegan a triplicar la población, por tanto, la tasa de crecimiento poblacional de 3 por ciento.

### 4.2. Proyección de la población.

Según los datos anteriores y haciendo uso de la siguiente ecuación, la población de diseño proyectada se calcula de la siguiente manera:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

*Ecuación 1 Proyección poblacional*

Dónde:

$P_n$  = Población del año “n”

$P_o$  = Población al inicio del período de diseño

$r$  = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

$n$  = Número de años que comprende el período de diseño.

*Tabla 2 Población proyectada*

AÑO	Población
2018	348
2019	358
2020	369
2021	380

<sup>2</sup> Ver ANEXO II Tasa de crecimiento INIDE

AÑO	Población
2022	391
2023	403
2024	415
2025	427
2026	440
2027	453
2028	467
2029	481
2030	495
2031	510
2032	525
2033	541
2034	557
2035	574
2036	591
2037	609
2038	627

(Elaboración propia )

### 4.3 Dotación y población a servir.

#### 4.3.1 Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

*Tabla 3 Período de diseños*

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

De acuerdo a lo anterior se establece un periodo de diseño para la propuesta a realizar una vida útil de 20 años.

#### **4.3.2 Consumo poblacional**

Según las NORMAS “DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MEDIO RURAL” (NTON 09001-99), CAPITULO III: DOTACION Y POBLACION A SERVIR... para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por persona por día (lppd), por lo tanto, se estima conveniente que se utilice una dotación de 60 lppd, utilizando el máximo criterio.

### 4.3.3 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Teniendo una dotación de agua y población de diseño se realiza en cálculo para determinar estas variaciones haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = \frac{\text{Dotacion} * \text{Poblacion de diseño}}{86400} (\text{lps})$$

*Ecuación 2 Consumo promedio diario.*

*Tabla 4 Dotación*

Año	Población	Dotación lppd	Consumo promedio diario		
			lps	gpm	lpd
2018	348	60	0.242	3.836	20,908.80
2019	358	60	0.249	3.947	21,513.60
2020	369	60	0.256	4.058	22,118.40
2021	380	60	0.264	4.185	22,809.60
2022	391	60	0.272	4.312	23,500.80
2023	403	60	0.280	4.439	24,192.00
2024	415	60	0.288	4.565	24,883.20
2025	427	60	0.297	4.708	25,660.80
2026	440	60	0.306	4.851	26,438.40
2027	453	60	0.315	4.993	27,216.00
2028	467	60	0.324	5.136	27,993.60
2029	481	60	0.334	5.295	28,857.60
2030	495	60	0.344	5.453	29,721.60
2031	510	60	0.354	5.612	30,585.60
2032	525	60	0.365	5.786	31,536.00
2033	541	60	0.376	5.960	32,486.40
2034	557	60	0.387	6.135	33,436.80



Año	Población	Dotación lppd	Consumo promedio diario		
			lps	gpm	lpd
2035	574	60	0.399	6.325	34,473.60
2036	591	60	0.410	6.499	35,424.00
2037	609	60	0.423	6.705	36,547.20
2038	627	60	0.435	6.896	37,584.00

(Elaboración propia )

### Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$H_f = 20\% * CPD$$

*Ecuación 3 Cálculo de pérdidas en el sistema*

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 \* CPD (Consumo promedio diario) + H<sub>f</sub>

*Ecuación 4 Consumo máximo día*

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 \* CPD (Consumo promedio diario) + H<sub>f</sub>

*Ecuación 5 Consumo Máximo hora*

Tabla 5 Variaciones de consumo

Variaciones de consumo																		
Año	Pn	Dotación	Consumo promedio diario			Perdidas (20%)			Consumo maximo dia			Consumo maximo hora			Consumo promedio diario total			
		lppd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	lps	gpm	lpd	
2018	348	60	0.242	3.836	20,908.80	0.048	0.767	4,181.76	0.411	6.515	35,510.40	0.653	10.351	56,419.20	0.29	4.597	25,056.00	
2019	358	60	0.249	3.947	21,513.60	0.05	0.789	4,302.72	0.424	6.721	36,633.60	0.673	10.668	58,147.20	0.299	4.74	25,833.60	
2020	369	60	0.256	4.058	22,118.40	0.051	0.812	4,423.68	0.435	6.896	37,584.00	0.691	10.954	59,702.40	0.307	4.867	26,524.80	
2021	380	60	0.264	4.185	22,809.60	0.053	0.837	4,561.92	0.449	7.118	38,793.60	0.713	11.303	61,603.20	0.317	5.025	27,388.80	
2022	391	60	0.272	4.312	23,500.80	0.054	0.862	4,700.16	0.462	7.324	39,916.80	0.734	11.635	63,417.60	0.326	5.168	28,166.40	
2023	403	60	0.28	4.439	24,192.00	0.056	0.888	4,838.40	0.476	7.546	41,126.40	0.756	11.984	65,318.40	0.336	5.326	29,030.40	
2024	415	60	0.288	4.565	24,883.20	0.058	0.913	4,976.64	0.49	7.768	42,336.00	0.778	12.333	67,219.20	0.346	5.485	29,894.40	
2025	427	60	0.297	4.708	25,660.80	0.059	0.942	5,132.16	0.505	8.005	43,632.00	0.802	12.713	69,292.80	0.356	5.643	30,758.40	
2026	440	60	0.306	4.851	26,438.40	0.061	0.97	5,287.68	0.52	8.243	44,928.00	0.826	13.094	71,366.40	0.367	5.818	31,708.80	
2027	453	60	0.315	4.993	27,216.00	0.063	0.999	5,443.20	0.536	8.497	46,310.40	0.851	13.49	73,526.40	0.378	5.992	32,659.20	
2028	467	60	0.324	5.136	27,993.60	0.065	1.027	5,598.72	0.551	8.734	47,606.40	0.875	13.871	75,600.00	0.389	6.166	33,609.60	
2029	481	60	0.334	5.295	28,857.60	0.067	1.059	5,771.52	0.568	9.004	49,075.20	0.902	14.299	77,932.80	0.401	6.357	34,646.40	
2030	495	60	0.344	5.453	29,721.60	0.069	1.091	5,944.32	0.585	9.273	50,544.00	0.929	14.727	80,265.60	0.413	6.547	35,683.20	
2031	510	60	0.354	5.612	30,585.60	0.071	1.122	6,117.12	0.602	9.543	52,012.80	0.956	15.155	82,598.40	0.425	6.737	36,720.00	
2032	525	60	0.365	5.786	31,536.00	0.073	1.157	6,307.20	0.621	9.844	53,654.40	0.986	15.63	85,190.40	0.438	6.943	37,843.20	
2033	541	60	0.376	5.96	32,486.40	0.075	1.192	6,497.28	0.639	10.129	55,209.60	1.015	16.09	87,696.00	0.451	7.149	38,966.40	
2034	557	60	0.387	6.135	33,436.80	0.077	1.227	6,687.36	0.658	10.431	56,851.20	1.045	16.565	90,288.00	0.464	7.355	40,089.60	
2035	574	60	0.399	6.325	34,473.60	0.08	1.265	6,894.72	0.679	10.764	58,665.60	1.078	17.089	93,139.20	0.479	7.593	41,385.60	
2036	591	60	0.41	6.499	35,424.00	0.082	1.3	7,084.80	0.697	11.049	60,220.80	1.107	17.548	95,644.80	0.492	7.799	42,508.80	
2037	609	60	0.423	6.705	36,547.20	0.085	1.341	7,309.44	0.72	11.413	62,208.00	1.143	18.119	98,755.20	0.508	8.053	43,891.20	
2038	627	60	0.435	6.896	37,584.00	0.087	1.379	7,516.80	0.74	11.731	63,936.00	1.175	18.626	101,520.00	0.522	8.275	45,100.80	

(Elaboración propia)

#### 4.5 Fuente de abastecimiento.

La fuente propuesta es un pozo el cual está ubicados a unos 400 mts de la comarca, a continuación, se detallan algunas características de la fuente.

Tabla 6 Detalles técnicos del pozo<sup>3</sup>

Año de perforación	2002	
NSP	100.08	M
Profundidad	100	pie
Caudal	35	gpm
Nivel freático	77	pie
Abatimiento	4	pie
Nivel Estático (NEA)	17	pie
Nivel Dinámico (NDA)	21	pie
Coordenadas	Latitud N	Longitud O
	18°46'20"	84°57'30"

(Elaboración propia )

##### 4.5.1 Aforo.

Del aforo realizado al final de la época lluviosa y a comienzo del verano como lo dicta la norma; se obtuvo que en el periodo húmedo el nivel sube 10 metros y en el verano esta baja 6 metros por lo tanto la variación estacional es de 4 metros.

Tabla 7 Aforo

Variación estacional		
Invierno	10	mts
Verano	6	mts
$\Delta$ estacional	4	mts
	13.12	Pie

(Elaboración propia )

<sup>3</sup> Ver Plano 20 Detalle de la sarta

Durante el aforo se pudo comprobar que a la fecha el pozo mantiene 35 galones por minuto (gpm) desde su excavación.

#### 4.5.2 Calidad de agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una necesidad humana.

Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas<sup>4</sup>.

*Tabla 8 Parámetros físicos-químicos*

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. Admisible
<b>Temperatura</b>	°C	18 a 30	
<b>Iones hidrógeno</b>	valor pH	6.5-8.5(1)	
<b>Cloro residual</b>	mg/l	0.5-1.0	-2
<b>Cloruros</b>	mg/l	25	250
<b>Conductividad</b>	us/cm	400	-
<b>Dureza</b>	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	-
<b>Sulfato</b>	mg/l	25	250
<b>Aluminio</b>	mg/l	-	0.2
<b>Calcio</b>	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100	-
<b>Cobre</b>	mg/l	1	2.0
<b>Magnesio</b>	mg/l CaCO <sub>3</sub>	30	50
<b>Sodio</b>	mg/l	25	200
<b>Potasio</b>	mg/l		10
<b>Sol. Tot. Dis.</b>	mg/l		1000
<b>Zinc</b>	mg/l		3.0

(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

<sup>4</sup> Ver ANEXO III: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Tabla 9 Parámetros bacteriológicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor max. Admisible
Agua distribuida por tuberías:			
Aguas cometidas a tratamiento que entra en el Sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	Tuberías UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 min (tiempo mínimo)
Bacterias coliformes	NMP/100ml	0	
Agua no sometida a tratamiento que entra en el Sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias coliformes	NMP/100 ml	0	
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutives.

(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

Tabla 10 Parámetros Organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor admisible	máx.
<b>Color verdadero</b>	mg/l (pt-Co)	1	15	
<b>Turbiedad</b>	UNT	1	5	
<b>Olor</b>	Factor dilución	0	2 a 12 °c	
			3 a 25 °c	
<b>Sabor</b>	Factor dilución	0	2 a 12 °c	
			3 a 25 °c	

(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

Como resultado de dicho análisis se propone que en el sistema debe incluirse un método de desinfección.

#### **4.6 Tratamiento**

Las estaciones de bombeo de agua potable estarán provistas de un sistema de cloración instalado posterior a la línea de bombeo; con los resultados obtenidos de los análisis se procedió a realizar la desinfección del agua de acuerdo a la norma con cloro en forma de hipocloritos por medio de hipoclorito de carga constante en la estación de bombeo.

##### **4.6.1 Cloración**

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa uno de los procesos principales en la obtención de agua de calidad. El proceso de desinfección será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para el aseguramiento de la continua cloración y aplicaciones de cantidades proporcionales al gasto. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua para el consumo humano.

Para determinar el volumen de cloro que se aplicará en la desinfección se hará uso de la siguiente formula:

$$V_c = CMD * \frac{d}{1000}$$

*Ecuación 6 Volumen de cloro*

Donde:

V<sub>c</sub>=Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD= consumo de máximo día en lts/día

d= dosis de cloro (1.3) mg/l

### Hipoclorito de calcio

Para calcular el volumen adecuado para la desinfección del agua, se toma una concentración comercial estimada de 70% de cloro en hipoclorito de calcio.

$$V_{hipoclorito} = \frac{V_c}{70\%}$$

*Ecuación 7 Hipoclorito de calcio*

### Volumen de solución

Para el volumen de solución de cloro que se debe agregar al agua apoyada de la norma la concentración mínima de solución es de 1% de cloro, por lo tanto:

$$V_{solución} = \frac{V_c * 1000}{1000 * (1\% * 100)}$$

*Ecuación 8 Volumen de la solución*

### Gastos por goteo del hipoclorador

El hipoclorador funciona por sistema de goteo; por tanto, el gasto se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por cc.

$$Gastos = \frac{V_{solución} * 20000}{1440}$$

*Ecuación 9 Costo por goteo del hipoclorador*

### Proyección de gasto de cloro por año

Para una mejor interpretación de resultados se aplicó la Proyección del gasto de cloro anual.

Este equipo será operado por una persona, la cual deberá de ser capacitada previamente para que pueda hacer las tareas de operación y mantenimiento del sistema de cloración.

Tabla 11 Cálculo para el tratamiento del agua

Año	Consumo máximo día	Dosis diaria	Hipoclorador de calcio concentración 70%		Vol. Solución concentración 1%		Vol. Solución concentración 12%		
	lpd	gr/d	gr/d	gr/mes	lt/d	gasto/mi n	lt/d	lt/mes	gotas/mi n
2018	35,510.40	46.16	65.95	1978.4	4.6	64	0.3	11.54	5
2019	36,633.60	47.62	68.03	2041.0	4.7	66	0.4	11.91	6
2020	37,584.00	48.86	69.80	2093.9	4.8	68	0.4	12.21	6
2021	38,793.60	50.43	72.05	2161.3	5.0	70	0.4	12.61	6
2022	39,916.80	51.89	74.13	2223.9	5.1	72	0.4	12.97	6
2023	41,126.40	53.46	76.38	2291.3	5.3	74	0.4	13.37	6
2024	42,336.00	55.04	78.62	2358.7	5.5	76	0.4	13.76	6
2025	43,632.00	56.72	81.03	2430.9	5.6	79	0.4	14.18	7
2026	44,928.00	58.41	83.44	2503.1	5.8	81	0.4	14.60	7
2027	46,310.40	60.20	86.01	2580.1	6.0	84	0.5	15.05	7
2028	47,606.40	61.89	88.41	2652.3	6.1	86	0.5	15.47	7
2029	49,075.20	63.80	91.14	2734.1	6.3	89	0.5	15.95	7
2030	50,544.00	65.71	93.87	2816.0	6.5	91	0.5	16.43	8
2031	52,012.80	67.62	96.60	2897.8	6.7	94	0.5	16.90	8
2032	53,654.40	69.75	99.64	2989.3	6.9	97	0.5	17.44	8
2033	55,209.60	71.77	102.53	3075.9	7.1	100	0.6	17.94	8
2034	56,851.20	73.91	105.58	3167.4	7.3	103	0.6	18.48	9
2035	58,665.60	76.27	108.95	3268.5	7.6	106	0.6	19.07	9
2036	60,220.80	78.29	111.84	3355.1	7.8	109	0.6	19.57	9
2037	62,208.00	80.87	115.53	3465.8	8.0	112	0.6	20.22	9
2038	63,936.00	83.12	118.74	3562.1	8.3	115	0.6	20.78	10

(Elaboración propia )



#### 4.7 Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio con teodolito para lograr resultados más precisos en cuanto a las distancias y elevaciones del terreno y para el mapa se utilizó un GPS (Global Position System / Sistema de Posicionamiento Global), luego se analizaron los datos en una hoja en Excel para obtener las coordenadas e introducirlas en AutoCAD obteniendo como resultado la altimetría y planimetría<sup>5</sup>.

*Fotografía 1 Levantamiento topográfico*



(Elaboración propia )

#### 4.7 Estudio de Suelos

El estudio de campo fue realizado con el propósito de conocer las características del subsuelo y determinar la capacidad de carga del suelo empleando el penetrómetro de bolsillo, a diferentes profundidades, en sondeo a cielo abierto.

---

<sup>5</sup> Ver en ANEXO IV: Datos levantamiento topográfico.

Permitió observar la secuencia estratigráfica y las características del suelo de cada estrato. Las dimensiones del sondeo son de 1.0 m x 1.0 m de sección en planta y 2.5 m de profundidad.

Las muestras obtenidas en el campo se identificaron debidamente mediante procedimientos rutinarios de campo. Luego se trasladaron al laboratorio para su correspondiente análisis.

*Tabla 12 Resultados del ensayo de laboratorio*

Sondeo N°	Muestra N°	Profundidad (metros)	% Que Pasa por el Tamiz								L.L. (%)	I.P. (%)	Clasificación S.U.C.S.
			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°200			
POZO			Pozo Pz-1										
1	1	0.00 - 0.50				100	98	88	68	40	35	ML	II - 4 (4)
1	2	0.50 - 0.80				100	95	82	65	N	P	LL - ML	H - 4 (6)
1	3	0.80 - 2.20	100	89	86	67	61	48	33	30.2	13	ML	H - 4 - 1 (0)
Observación :													
L.L. : Límite Líquido			L.P. : Límite Plástico				NP : Suelos No Plásticos						

(Laboratorio de Mecanica de Suelo (UNI-RUPAP))

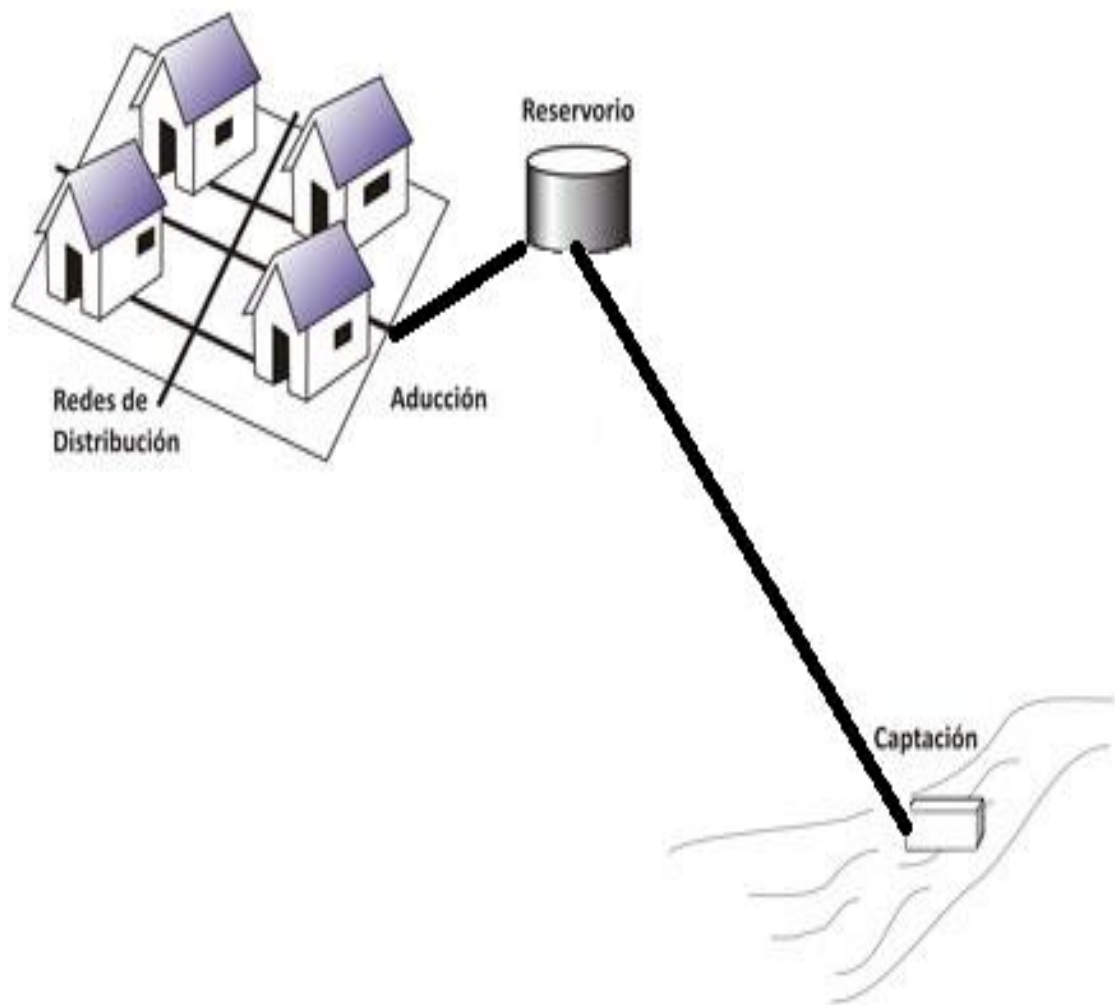
Como se puede observar en el análisis realizado, el suelo presenta las típicas características de ser un suelo arcilloso.

# CAPITULO V

## Capítulo V: Cálculo y resultado

El sistema que se propone es un Sistema de Abastecimiento por bombeo con tratamiento.

*Ilustración 3 Sistema propuesto*



(Elaboración propia )

## 5.1 Equipo de Bombeo Eléctrico

### 5.1.1 Criterios de selección.

Al seleccionar equipos de bombeo deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuado al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

### 5.1.2 Selección del equipo de bombeo

Se dimensiona el equipo de bombeo para extraer y transportar un caudal de Q bombeo: 11.73 gpm que cubrirá los primeros 20 años de explotación del sistema de abastecimiento propuesto. El pozo existente se localiza en la cota 100.08 msnm. Por lo que requiere una Carga Dinámica Total de 118.27 pies se requiere de un equipo de bombeo de **1.5 HP** para poder extraer y transportar el caudal que la población demanda.

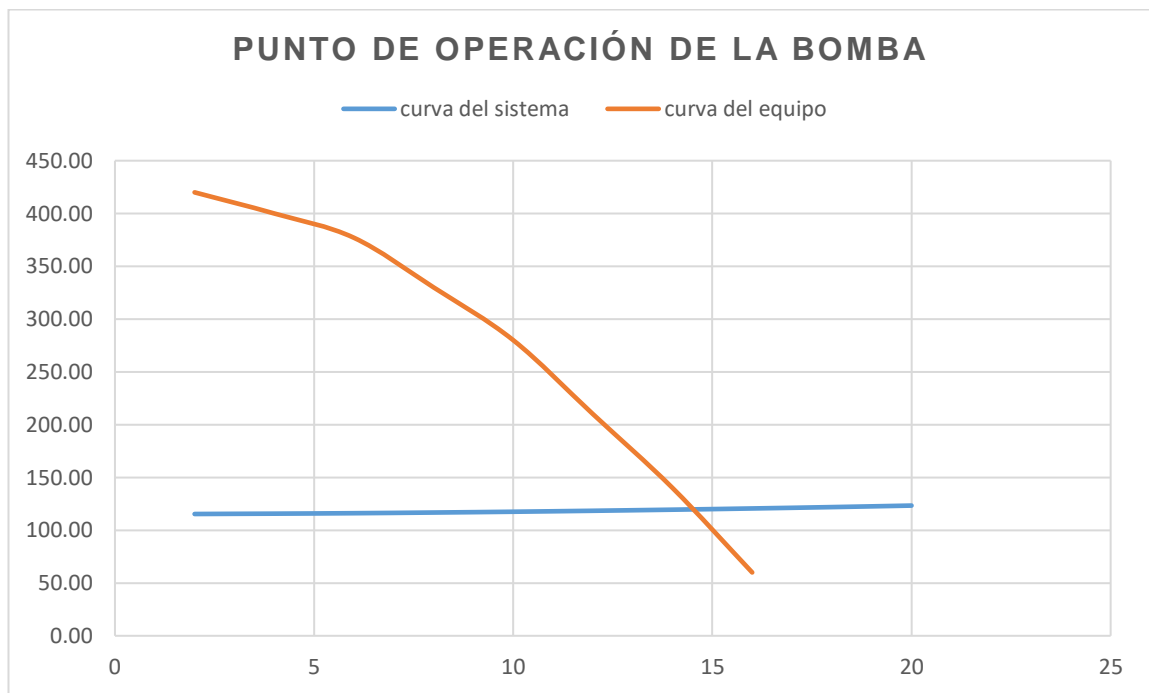
Tabla 13 Equipo de bombeo seleccionado

Resultados		
Diámetro económico	2	pulg
	0.05	m
Velocidad	0.4	m/s
Caudal de bombeo	11.73	gpm
	0.00074	m3/s
CTD	118.27	Pie
	36.05	m
Potencia calculada	1.08	HP
Potencia comercial	1.5	HP
Eficiencia bomba	52%	
Eficiencia motor	75%	

(Elaboración propia )

Para obtener el modelo de la bomba que más se acople al sistema es necesario una comparación de la CTD (Carga total dinámica) versus el caudal de bombeo con los datos obtenidos del sistema mediante las ecuaciones aplicadas y los datos proporcionados por la bomba para obtener el punto de operación de la bomba. A continuación, se muestra la gráfica de las curvas.

Gráfico 3 Punto de operación



(Elaboración propia )

Como resultado de la intersección entre la curva del sistema con CTD igual a 118.27 pies y  $Q_b$  de 11.73 gpm y la curva del equipo de bombeo<sup>6</sup> para el modelo en estudio IS410-14 de 1 HP, en su punto de operación tendrá una carga total dinámica de 120 pies y el caudal de bombeo será de 14.30 gpm el cual es mayor a datos obtenidos por tanto trabajará correctamente durante su vida útil.

<sup>6</sup> Ver ANEXO V: Curva de equipo de bombeo

La longitud total de la línea de conducción será de 223.08 m que se extiende hasta un tanque de almacenamiento, el nivel de terreno del tanque sobre torre es de 110.34 msnm. El diámetro de 2" con cedula SDR-26, para que cumpla con los parámetros del golpe de ariete, donde la sobrepresión en las paredes de la tubería es de 18.84 m y la resistencia de la tubería es de 53.22 mca.

*Tabla 14 Análisis del diámetro técnico de línea de conducción*

Diámetro (plg)	Diámetro (mts)	V (m/s)	v(0.4-2.0 m/s)
<b>1</b>	0.03	1.05	Cumple
<b>1.5</b>	0.04	0.59	Cumple
<b>2</b>	0.05	0.4	Cumple

(Elaboración propia )

En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta.

El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial inmediatamente superior, dichas consideraciones se basaron luego de haber analizado el diámetro más económico.

### **5.1.3. Pérdidas**

#### Por succión

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñado para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud como se

muestra en la Ecuación 11, este se calcula por medio de la suma de los siguientes valores:

*Tabla 15 Pérdida de la columna de succión*

<b>Altura de la sarta enterrada</b>	2.30	Pie	0.70	m
<b>NEA</b>	17.00	Pie	5.2	m
<b>Abatimiento</b>	4.00	Pie	1.2	m
<b>Sumergencia</b>	15.00	Pie	4.6	m
<b>Variación estacionaria</b>	13.12	Pie	4.0	m
<b>NB=NEA+Abat+ΔE</b>	34.12	Pie	10.40	m
<b>LCB=NB+ Sumergencia</b>	49.12	pie	14.98	m
<b>Hfsuc=5% LCB</b>	2.46	pie	0.75	m

(Elaboración propia )

### Por descarga

Se usará la fórmula de Hazen-William para calcular las perdidas por fricción, teniendo en cuenta el coeficiente de rugosidad adecuado al material en este caso tubos PVC, las longitudes equivalentes de los accesorios y de la línea de conducción, entre otros datos.

*Tabla 16 Pérdidas por descarga*

<b>Coeficiente de Rugosidad</b>	150	PVC
<b>Torre</b>	6	m
<b>Longitud del quiebre de la sarta</b>	0.9899	m
<b>Altura del Tanque</b>	3.15	m
<b>Longitud de la línea de conducción (Lcond)</b>	200.84	m

(Elaboración propia )



Tabla 17 Longitudes equivalentes por accesorio

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente (m)		
		Φ 1"	Φ 1 1/2"	Φ 2"
Válvula de retención	1	2.1	3.2	4.2
Válvula de compuerta	1	0.2	0.3	0.4
Válvula de alivio	1	0.2	0.3	0.4
Codo 45º	2	0.8	1.2	1.6
Codo 90º	3	2.4	3.9	5.1
Medidor maestro	1	0.2	0.3	0.4
<b>Total de Long. Equivalente</b>		<b>5.9</b>	<b>9.2</b>	<b>12.1</b>

(Elaboración propia )

A continuación, se calcula la Longitud Total de tubería de descarga:

$$\text{Longitud Equivalente} = L_{\text{cond}} + L_{\text{equivalente}} + \text{sarta} + H_{\text{tanque}} = m$$

Ecuación 10 Longitud total de descarga

Tabla 18 Longitud total de tubería de descarga

Longitud Equivalente Φ 1"	216.8799	m
Longitud Equivalente Φ 1 1/2"	220.1799	m
Longitud Equivalente Φ 2"	223.0799	m

(Elaboración propia )

Por fricción en la tubería de descarga

Haremos uso de la Ecuación 11 para el cálculo de la pérdida de tubería de descarga

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Ecuación 11 Pérdidas en la tubería

$$h_f = \frac{10.67 * Q^{1.85} * Le_{quitotal}}{C^{1.85} * D^{4.87}} = m$$

Tabla 19 Pérdidas por fricción de la tubería de descarga

hf ϕ 1"	8.7814	m
hf ϕ 1 1/2"	2.1962	m
hf ϕ 2"	0.9157	m

(Elaboración propia )

#### 5.1.4 Tiempo de Bombeo

Las horas de bombeo requerido para el diseño se calcularon de la manera siguiente:

$$T_b = \frac{24 * Q_{dn}}{Q_b}, \text{ horas}$$

Ecuación 12 Tiempo de bombeo

Donde

Q<sub>b</sub> = Caudal de bombeo para el consumo máximo día del último año,

Q<sub>dn</sub> = caudal de consumo de cualquier año

T<sub>b</sub> = Tiempo de bombeo horas

La tabla siguiente nos muestra los tiempos de bombeo requerido, tiempo mínimo y máximo de bombeo. Cuando la población está demandando el consumo promedio diaria, el tiempo mínimo es aproximadamente de 6:30 horas y el tiempo máximo es de 10:42 horas.

### 5.1.5 Electrificación del sistema.

La electrificación del sistema de bombeo será por medio de 60 metros lineales de Conductor N° 1/0 THW – AWG de 2 Hilos y un banco de transformadores de 10 KVA, debido a que este es el transformador mínimo permitido por la empresa distribuidora de energía en el país.

## 5.2 Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento se proyectará para el final del período de diseño, el cual es de 20 años con una capacidad de 20.10 m<sup>3</sup>, que incluye un 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 20. Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento en las captaciones. El tanque propuesto es completamente nuevo de acero.

Tabla 20 Demanda de almacenamiento del tanque

Año	Población a Servir	Consumo Promedio Diario (lpd)	Volumen de reserva (20% CPD) lts	Volumen compensador (15% CPD) lts	Almacenamiento necesario (35% CPD)		
					lpd	gln	m <sup>3</sup>
2018	348	20,908.80	4,181.76	3,136.32	7,318.08	1,933.44	7.32
2019	358	21,513.60	4,302.72	3,227.04	7,529.76	1,989.37	7.53
2020	369	22,118.40	4,423.68	3,317.76	7,741.44	2,045.29	7.74
2021	380	22,809.60	4,561.92	3,421.44	7,983.36	2,109.21	7.98
2022	391	23,500.80	4,700.16	3,525.12	8,225.28	2,173.13	8.23
2023	403	24,192.00	4,838.40	3,628.80	8,467.20	2,237.04	8.47
2024	415	24,883.20	4,976.64	3,732.48	8,709.12	2,300.96	8.71
2025	427	25,660.80	5,132.16	3,849.12	8,981.28	2,372.86	8.98
2026	440	26,438.40	5,287.68	3,965.76	9,253.44	2,444.77	9.25
2027	453	27,216.00	5,443.20	4,082.40	9,525.60	2,516.67	9.53
2028	467	27,993.60	5,598.72	4,199.04	9,797.76	2,588.58	9.80

(Elaboración propia )

Año	Población a Servir	Consumo Promedio Diario (lpd)	Volumen de reserva (20% CPD) lts	Volumen compensador (15% CPD) lts	Almacenamiento necesario (35% CPD)		
					lpd	gln	m³
2029	481	28,857.60	5,771.52	4,328.64	10,100.16	2,668.47	10.10
2030	495	29,721.60	5,944.32	4,458.24	10,402.56	2,748.36	10.40
2031	510	30,585.60	6,117.12	4,587.84	10,704.96	2,828.26	10.70
2032	525	31,536.00	6,307.20	4,730.40	11,037.60	2,916.14	11.04
2033	541	32,486.40	6,497.28	4,872.96	11,370.24	3,004.03	11.37
2034	557	33,436.80	6,687.36	5,015.52	11,702.88	3,091.91	11.70
2035	574	34,473.60	6,894.72	5,171.04	12,065.76	3,187.78	12.07
2036	591	35,424.00	7,084.80	5,313.60	12,398.40	3,275.67	12.40
2037	609	36,547.20	7,309.44	5,482.08	12,791.52	3,379.53	12.79
2038	627	37,584.00	7,516.80	5,637.60	13,154.40	3,475.40	13.15

(Elaboración propia )

Otra de las funciones del tanque de almacenamiento es mantener las presiones hidráulicas dentro del rango establecido en normas, por lo que se propone proyectar un tanque de almacenamiento en el punto 400, el cual tiene una elevación topográfica de 110.34 m de acuerdo al levantamiento topográfico.

En el sitio donde se emplazará el tanque se realizará un corte de 1.20 m aproximadamente que corresponden al mejoramiento de suelo con suelo cemento en proporción 1:4.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque, se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas de 2" en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador de 2".

### 5.2.1 Cálculo de dimensionamiento del tanque de almacenamiento

Para el cálculo de las dimensiones del tanque de almacenamiento, será necesario usar el consumo promedio diario total, pues el volumen a almacenar es un porcentaje de dicho dato.

$$\text{Volumen total} = 35\% \text{CPDT}$$

*Ecuación 13 Volumen del Tanque*

$$\text{Volumen total} = 13.15 \text{ m}^3$$

#### Cálculo del dimensionamiento del reservorio

El criterio de diseño de un tanque cilíndrico según la norma el diámetro será igual a la altura (D=H). Teniendo en cuenta esa consideración el diámetro del tanque, se calcula con la siguiente forma:

$$Vol = \frac{\pi}{4} * D^2 * H$$

*Ecuación 14 Volumen del reservorio*

H: altura

D: diámetro

Vol: volumen del tanque

Aplicando la ecuación se determina el diámetro:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 13.15 \text{ m}^3}{\pi}} = 2.56 \text{ m} \gg 2.85 \text{ m}$$

### Altura del tanque

Por tanto 2.85 m más el borde libre de 0.30 m corresponde a la altura del tanque de 3.15 m.

En resumen, con todos los cálculos realizados se puede definir lo siguiente:

*Tabla 21 Propuesta final de dimensionamiento del tanque*

Tanque de Almacenamiento					
Almacenamiento necesario (Vol)	13.15	m³	35%CPD		
Diámetro del tanque D=H	2.56	mts	2.85	mts	Por facilidad constructiva
Altura con borde libre	3.15	mts	0.3 m de borde libre		
Elevación de la ubicación del tanque	110.34	msnm	Topografía		
Volumen del tanque	20.10	m³	Vol del tanque con nuevas dimensiones		
Tanque de Almacenamiento					
Nivel de Rebose NRT	119.49	mts cota del tanque + altura del tanque			
Torre	6.00	m	Elevación de la torre		

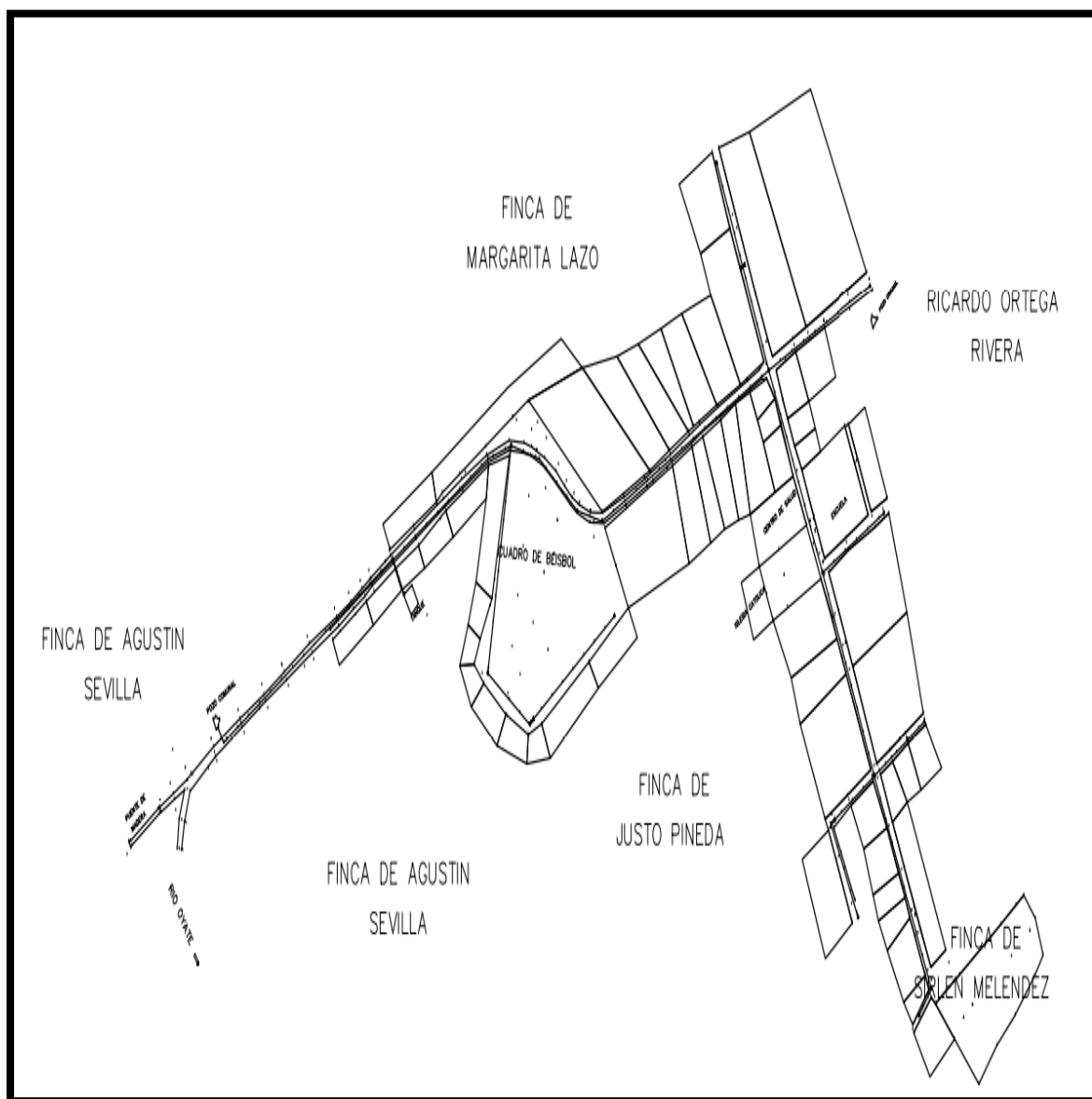
(Elaboración propia )

### 5.3 Red de distribución.

De acuerdo al levantamiento topográfico la red tendrá configuración de espina de pescado. Consistente en una línea central con ramificaciones a los lados de esta vía. La red de distribución seguirá la misma configuración geométrica y topográfica de las calles, senderos y ramificaciones donde se localicen las viviendas de la comunidad.

A continuación, se muestra un esquema general del lugar en donde estará ubicada la red.

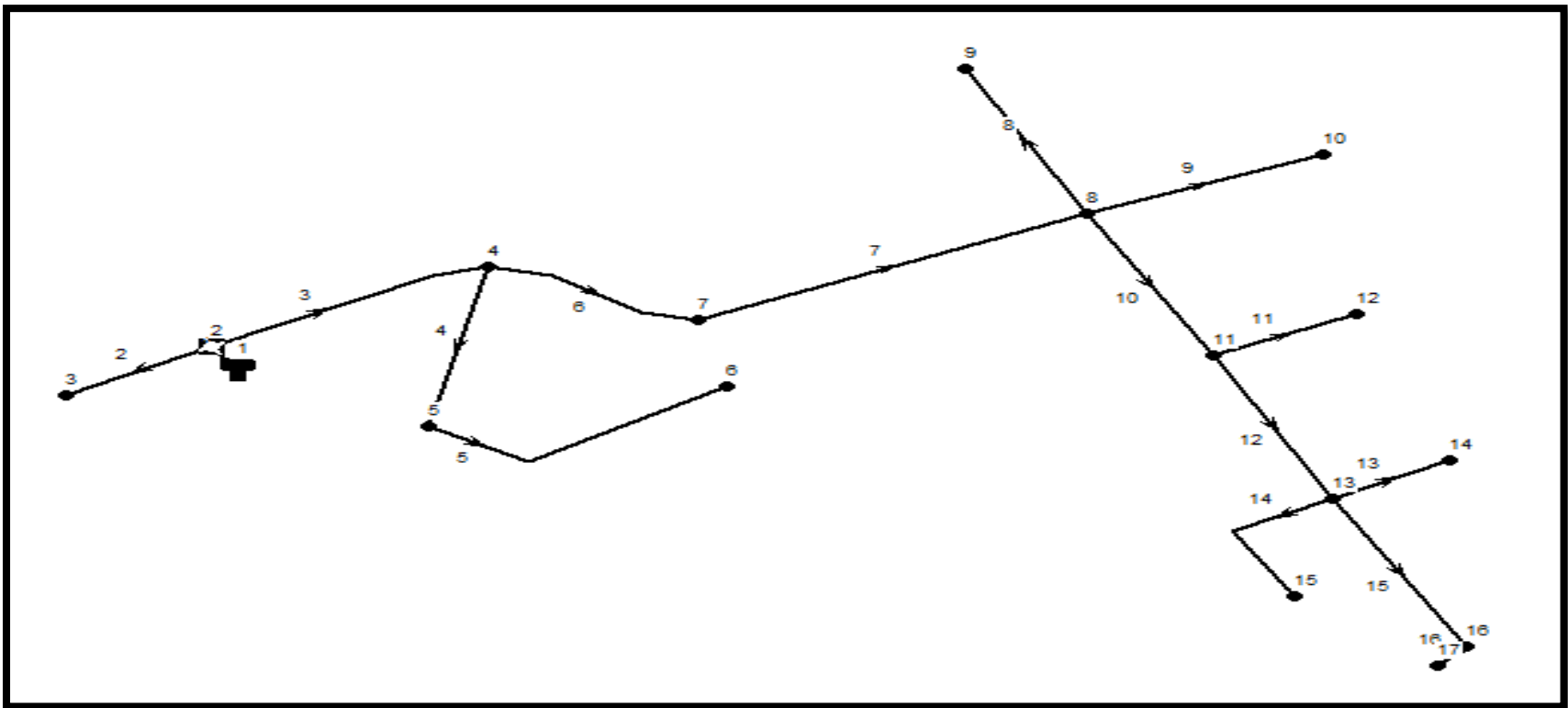
*Ilustración 4 Esquema general de la red*



(Elaboración propia )

A continuación, se detallan los nodos de la red con las direcciones de sus respectivas tuberías.

*Ilustración 5 Esquema hidráulico, de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica*

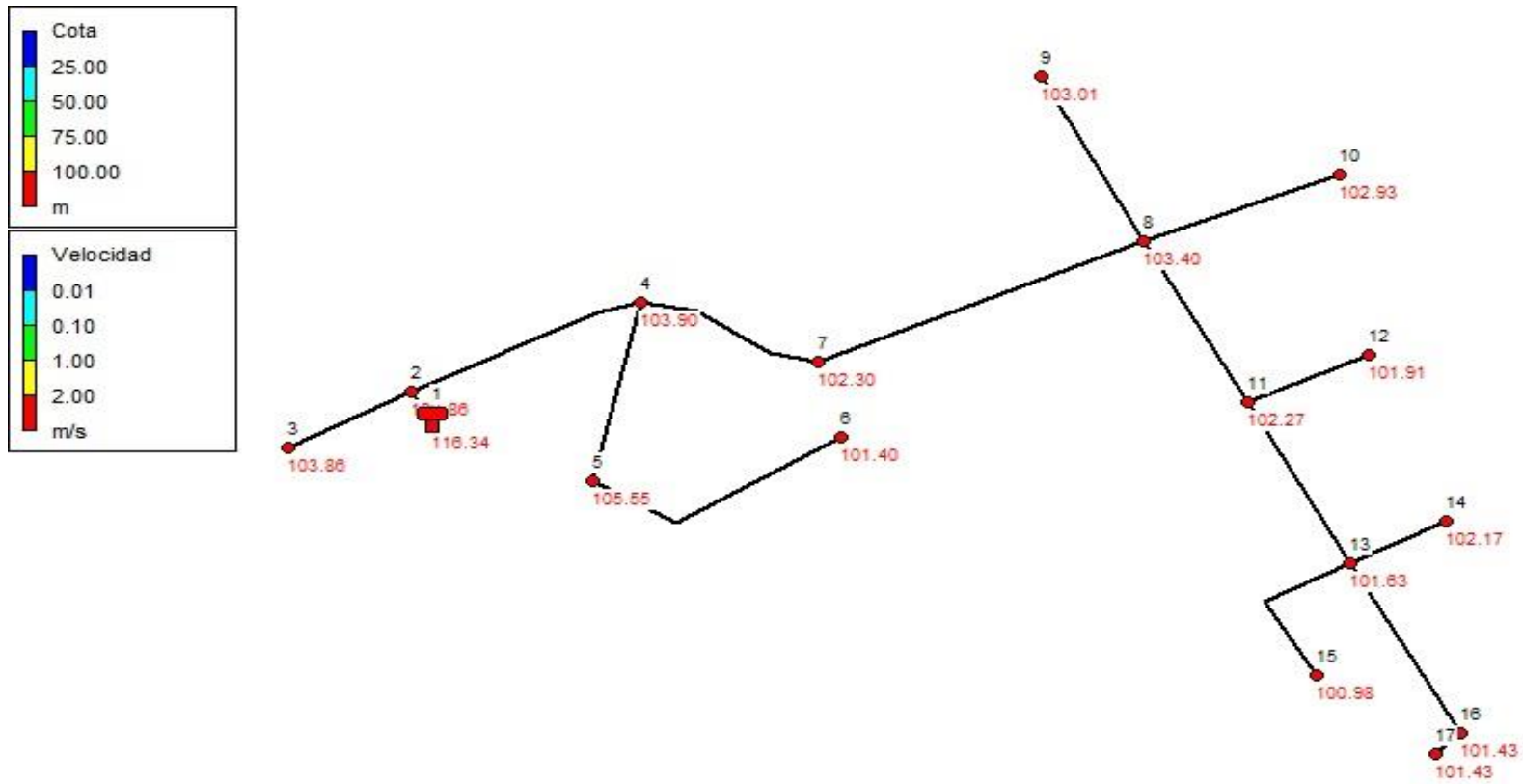


(Software EPANET)



A continuación, las elevaciones de cada nodo.

*Ilustración 6 Elevación de cada nodo*



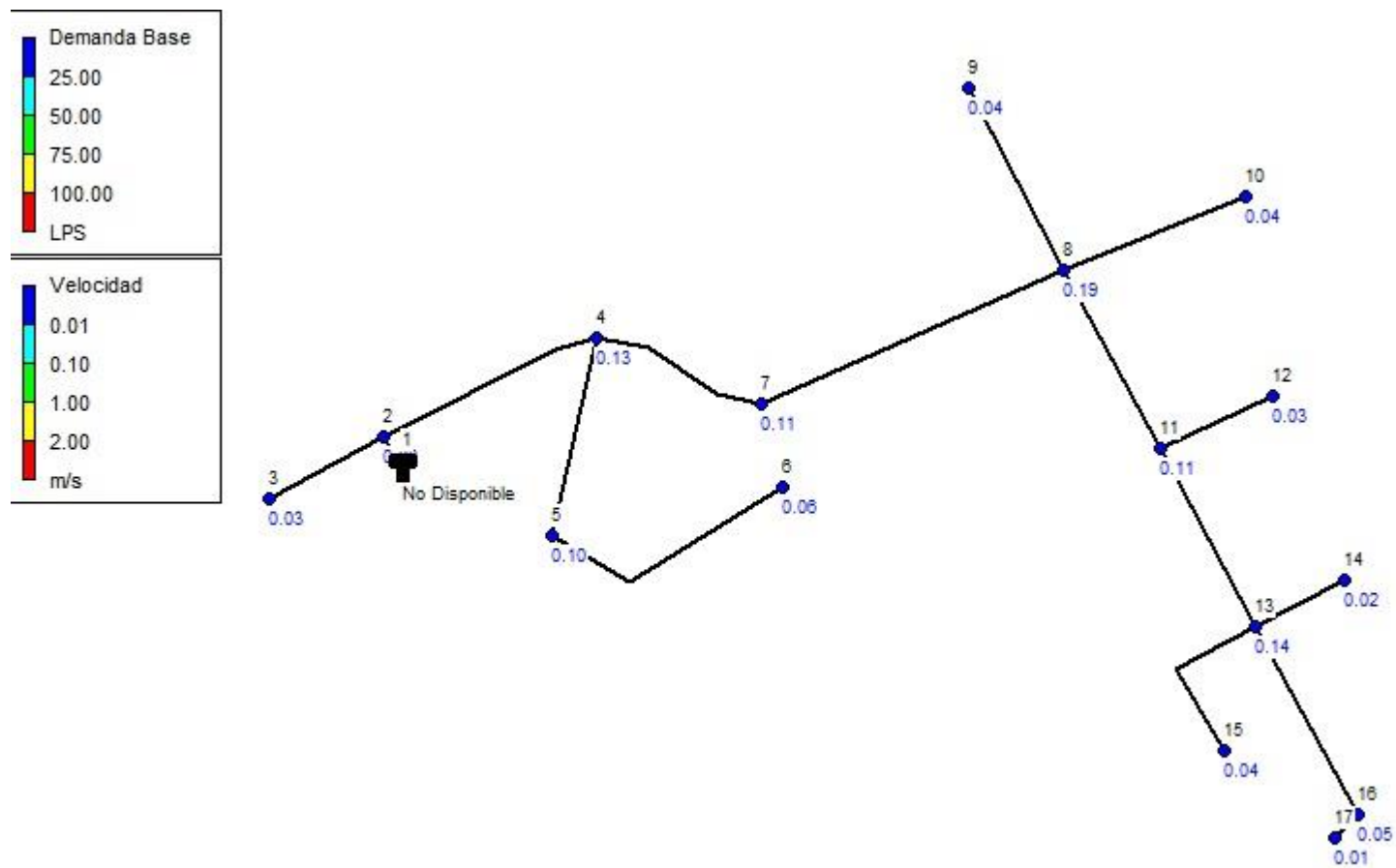
(Software EPANET)

Tabla 22 Caudales unitarios

NODOS	ELEVACION(m)	DE	A	Long. Total	Long. Mitad	Long. Nodo	Coeficiente de Consumo	qu(lps/m)
<b>n1(tanque)</b>	110-34	n1	n2	16.071	8.0355		0.000930	0
<b>n2</b>	106.86	n2	n3	57.198	28.599	81.174	0.000930	0.08
<b>n3</b>	103.86	n2	n4	105.150	52.575	28.599	0.000930	0.03
<b>n4</b>	103.90	n4	n5	90.514	45.257	137.885	0.000930	0.13
<b>n5</b>	105.55	n5	n6	119.091	59.5455	104.803	0.000930	0.10
<b>n6</b>	101.39	n4	n7	80.106	40.053	59.546	0.000930	0.06
<b>n7</b>	102.30	n7	n8	146.348	73.174	113.227	0.000930	0.11
<b>n8</b>	103.40	n8	n9	91.019	45.5095	207.431	0.000930	0.19
<b>n9</b>	103.01	n8	n10	87.574	43.787	45.510	0.000930	0.04
<b>n10</b>	101.41	n8	n11	89.921	44.9605	43.787	0.000930	0.04
<b>n11</b>	102.93	n11	n12	54.511	27.2555	116.929	0.000930	0.11
<b>n12</b>	102.27	n11	n13	89.425	44.7125	27.256	0.000930	0.03
<b>n13</b>	101.91	n13	n14	45.335	22.6675	155.688	0.000930	0.14
<b>n14</b>	101.63	n13	n15	82.019	41.0095	22.668	0.000930	0.02
<b>n15</b>	102.17	n13	n16	94.597	47.2985	41.010	0.000930	0.04
<b>n16</b>	100.98	n16	n17	14.453	7.2265	54.525	0.000930	0.05
<b>n17</b>	101.43	n17	Total	1263.332		7.227	0.000930	0.01

(Elaboración propia )

Ilustración 7 Caudales unitarios en nodos



(Software EPANET)

### **5.3.1 Resultados de EPANET.**

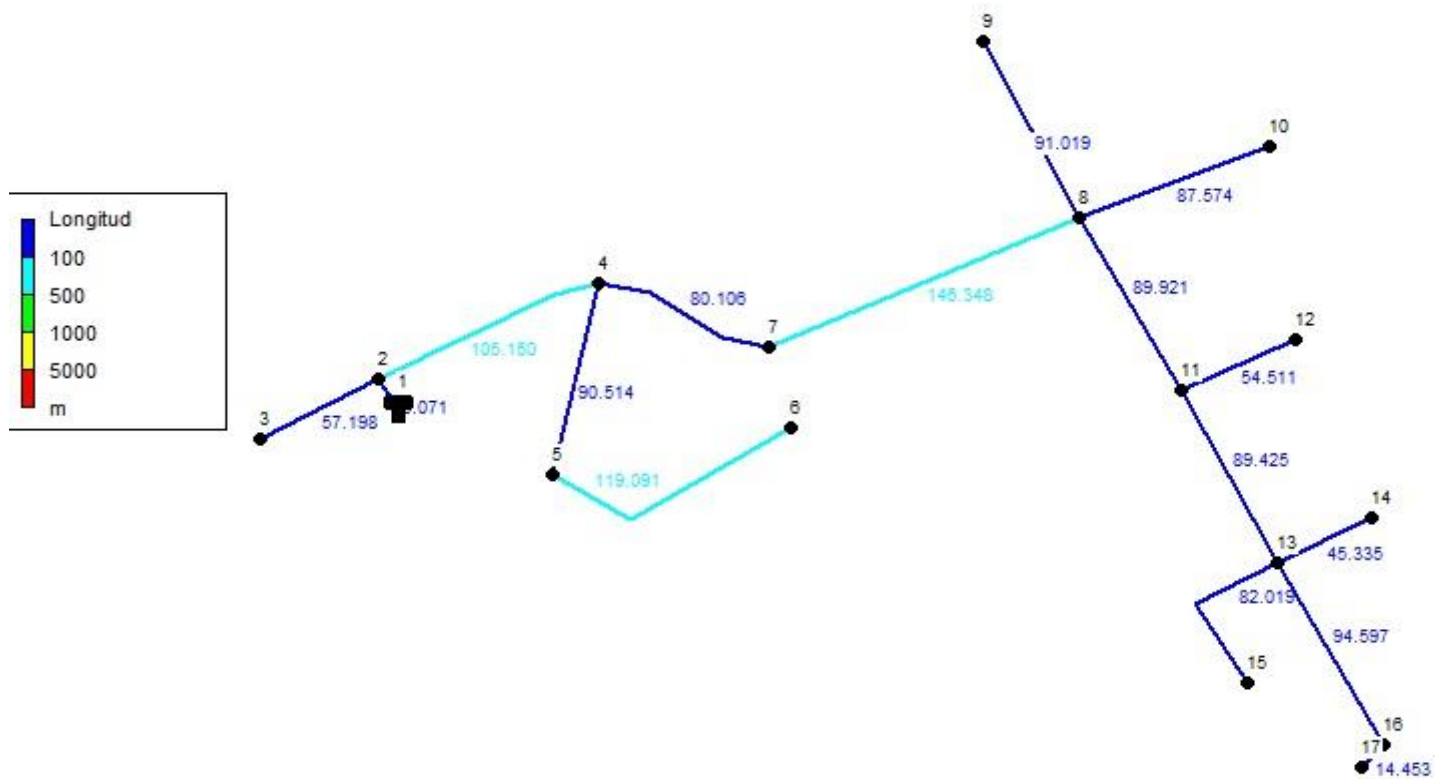
Con el fin de definir el funcionamiento hidráulico y las variaciones de consumo de la red de distribución se realizaron análisis hidráulicos con el programa computarizado EPANET V 2.0. Se determinaron con las siguientes alternativas bajo las siguientes condiciones:

- Consumo Máxima Hora en la red con tanque de Almacenamiento con 50% de su Capacidad de Almacenamiento.
- Consumo Máximo Día en la red con Tanque de Almacenamiento con 50% de su Capacidad de Almacenamiento.
- Consumo Cero en la red Con Tanque de Almacenamiento con 100% de su Capacidad de Almacenamiento.
- Análisis Hidráulico con 24 horas de duración.

El diseño definitivo se hará para las condiciones hidráulicas más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.

Las longitudes del sistema se pueden apreciar a continuación.

*Ilustración 8 Longitudes de la red*



(Software EPANET)

Producto del análisis en EPANET se obtuvo lo siguiente:

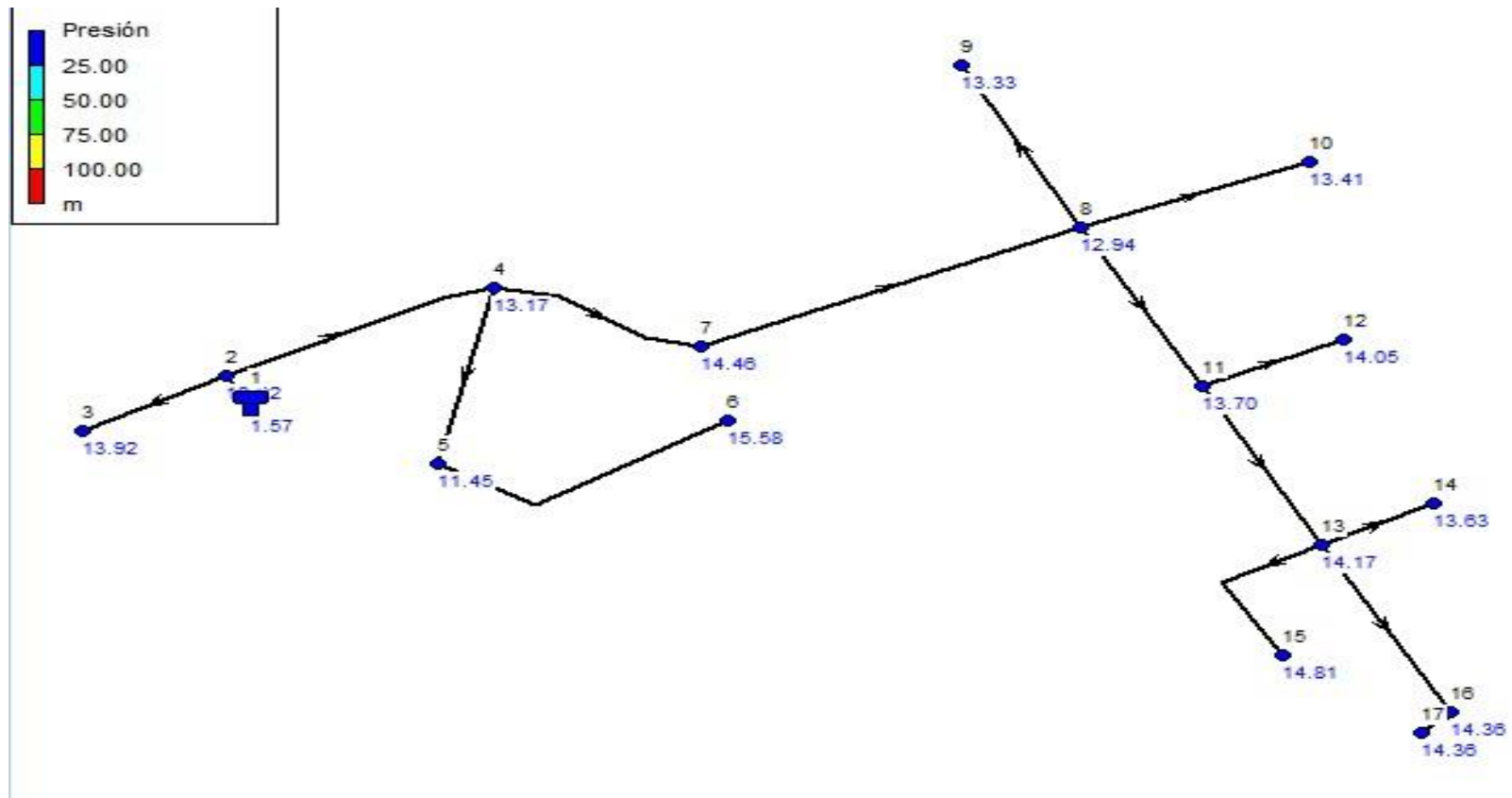
Tabla 23 Demanda red

CONSUMO EN LA RED					SIN CONSUMO EN LA RED			
Tabla de Red – Nudos					Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Demanda Base	Altura	Presión		Demanda Base	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m	ID Nudo	LPS	m	m
Conexión 2	106.86	0.08	117.78	10.92	Conexión 2	0.00	117.92	11.05
Conexión 3	103.86	0.03	117.78	13.92	Conexión 3	0.00	117.92	14.05
Conexión 4	103.90	0.13	117.07	13.17	Conexión 4	0.00	117.92	14.01
Conexión 5	105.55	0.10	117.00	11.45	Conexión 5	0.00	117.92	12.36
Conexión 6	101.40	0.06	116.98	15.58	Conexión 6	0.00	117.92	16.51
Conexión 7	102.30	0.11	116.76	14.46	Conexión 7	0.00	117.92	15.61
Conexión 8	103.40	0.19	116.34	12.94	Conexión 8	0.00	117.92	14.51
Conexión 9	103.01	0.04	116.34	13.33	Conexión 9	0.00	117.92	14.90
Conexión 10	102.93	0.04	116.34	13.41	Conexión 10	0.00	117.92	14.98
Conexión 11	102.27	0.11	115.97	13.70	Conexión 11	0.00	117.92	15.64
Conexión 12	101.91	0.03	115.96	14.05	Conexión 12	0.00	117.92	16.00
Conexión 13	101.63	0.14	115.80	14.17	Conexión 13	0.00	117.92	16.28
Conexión 14	102.17	0.02	115.80	13.63	Conexión 14	0.00	117.92	15.74
Conexión 15	100.98	0.04	115.79	14.81	Conexión 15	0.00	117.92	16.93
Conexión 16	101.43	0.05	115.79	14.36	Conexión 16	0.00	117.92	16.48
Conexión 17	101.43	0.01	115.79	14.36	Conexión 17	0.00	117.92	16.48
Depósito 1	116.34	No Disponible	117.92	1.57	Depósito 1	No Disponible	117.92	1.57

(Software EPANET)

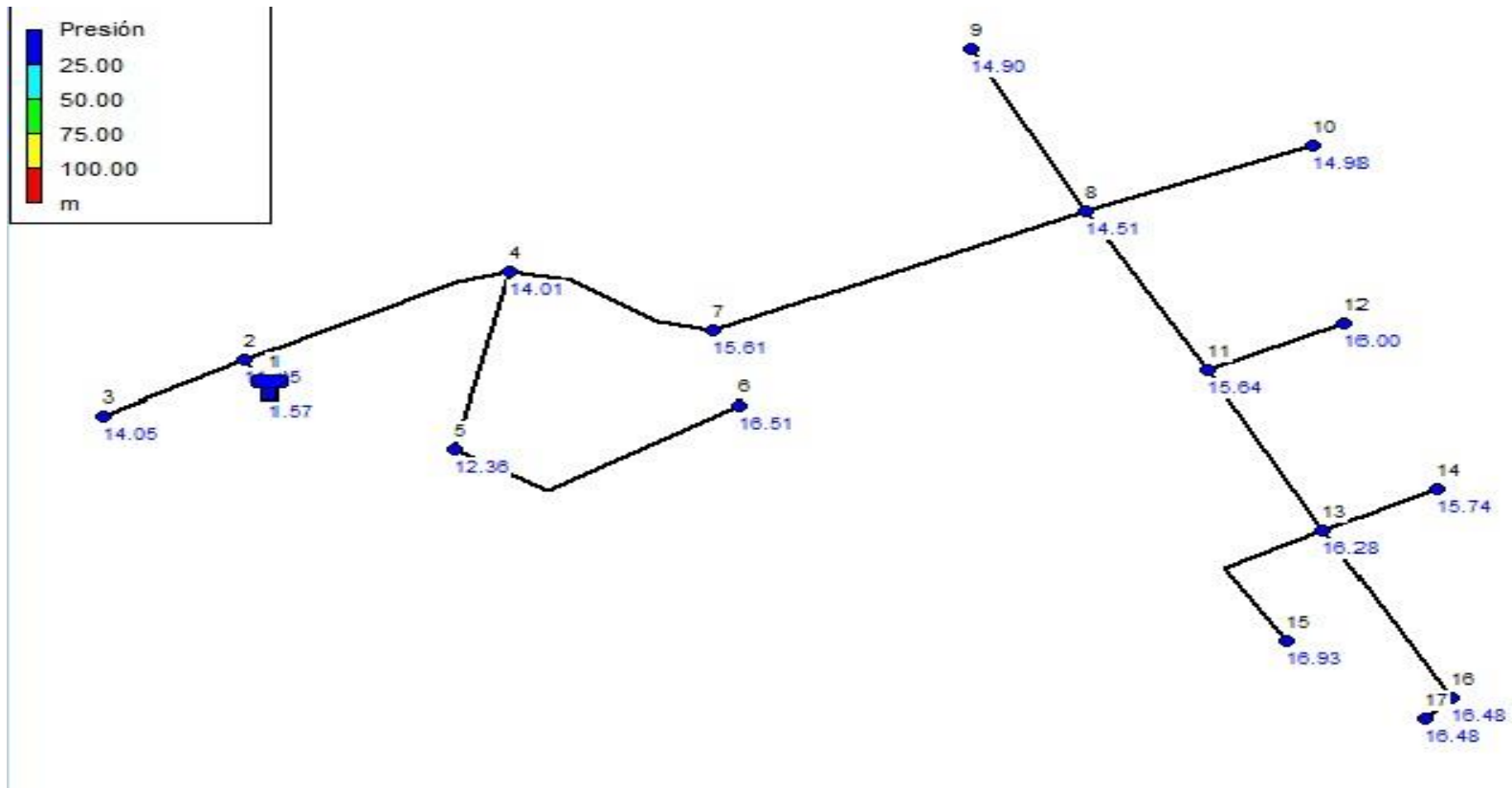
Así mismo, se pueden apreciar las presiones del sistema con consumo.

*Ilustración 9 Presiones en el sistema con consumo*



(Software EPANET)

Ilustración 10 presiones en el sistema sin consumo



(Software EPANET)



Tabla 24 Diámetro de la tubería en el sistema

Tubería	longitud	diámetro	presión
tubería 1	16.071	50	10.92
tubería 2	57.198	38	13.92
tubería 3	105.150	50	13.17
tubería 4	90.514	38	11.45
tubería 5	119.091	38	15.58
tubería 6	80.106	50	14.46
tubería 7	146.348	50	12.94
tubería 8	91.019	38	13.33
tubería 9	87.574	38	13.41
tubería 10	89.921	38	13.7
tubería 11	54.511	38	14.05
tubería 12	89.425	38	14.17
tubería 13	45.335	38	13.63
tubería 14	82.019	38	14.81
tubería 15	94.597	38	14.36
tubería 16	14.453	38	14.36

(Software EPANET)

## 5.4 Saneamiento

Con el motivo de resguardar la higiene del medio ambiente y elevar el nivel de vida de las personas que habitan en la comunidad El Zapote, es necesario dejar establecido un método de saneamiento.

Para seleccionar un sistema de saneamiento adecuado para la comunidad, se han establecido varias alternativas que pueden dar respuesta a este objetivo, sin embargo, dado que el sistema se encuentra en el medio rural, es importante tomar en cuenta criterios de relevancia a la hora de seleccionar la alternativa más adecuada, entre estos se pueden señalar los siguientes:

- Criterio económico: selecciona la alternativa basándose en el costo económico de establecimiento del sistema, fijando como mejor opción la alternativa más barata.
- Criterios técnicos (topografía, la distancia hasta una fuente de agua en donde verter)

La elección de la tecnología apropiada idónea a las condiciones físicas, económicas y culturales de la comunidad se hace mediante un análisis integral de la zona. Una buena elección de la tecnología, además de una buena operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento de la comunidad, sin ser necesaria una alta inversión para su implementación.

#### **5.4.1 Algoritmo de selección de saneamiento**

El uso de Algoritmos de selección ayuda en gran medida la elección de este sistema, ya que toma en cuenta los puntos más importantes para su elección, como son:

- situación económica,
- características del terreno,
- costumbres y la educación sanitaria que tenga la comunidad.

La implementación de una tecnología, muchas veces nueva para personas de áreas rurales en extrema pobreza, va de la mano con la capacitación y evaluación del funcionamiento de cada sistema implantado.

La secuencia de aplicación de los factores económicos, técnicos, y sociales es decisivo para una buena selección; por ello, y luego de un profundo análisis se ha optado por la siguiente secuencia:

- a. Método de limpieza
- b. Gastos de inversión y de mantenimiento.
- c. Distancia del pozo de agua a la letrina o pozo de infiltración > 25 m.

- d. Disponibilidad de terreno.
- e. Medios disponibles para vaciar el pozo.
- f. Aprovechamiento de residuos fecales.
- g. Aguas subterráneas cerca de la superficie.
- h. Tipo de suelo duro (excavación difícil).
- i. Tipo de letrina.

El algoritmo de selección del tipo de letrina para zonas rurales que se presenta a continuación, ha tomado en cuenta de acuerdo a los gastos de inversión y de mantenimiento: Los tipos de letrinas son:

a) Letrina de pozo seco

- a.1 Letrina de pozo seco enterrada.
- a.2 Letrina de doble pozo seco enterrada.
- a.3 Letrina de pozo seco elevada.
- a.4 Letrina de doble pozo seco elevada.

b) Letrina de pozo seco ventilada

- b.1 Letrina de pozo seco ventilado enterrado.
- b.2 Letrina de doble pozo seco ventilado enterrado.
- b.3 Letrina de pozo seco ventilado elevado.
- b.4 Letrina de doble pozo seco ventilado elevado.

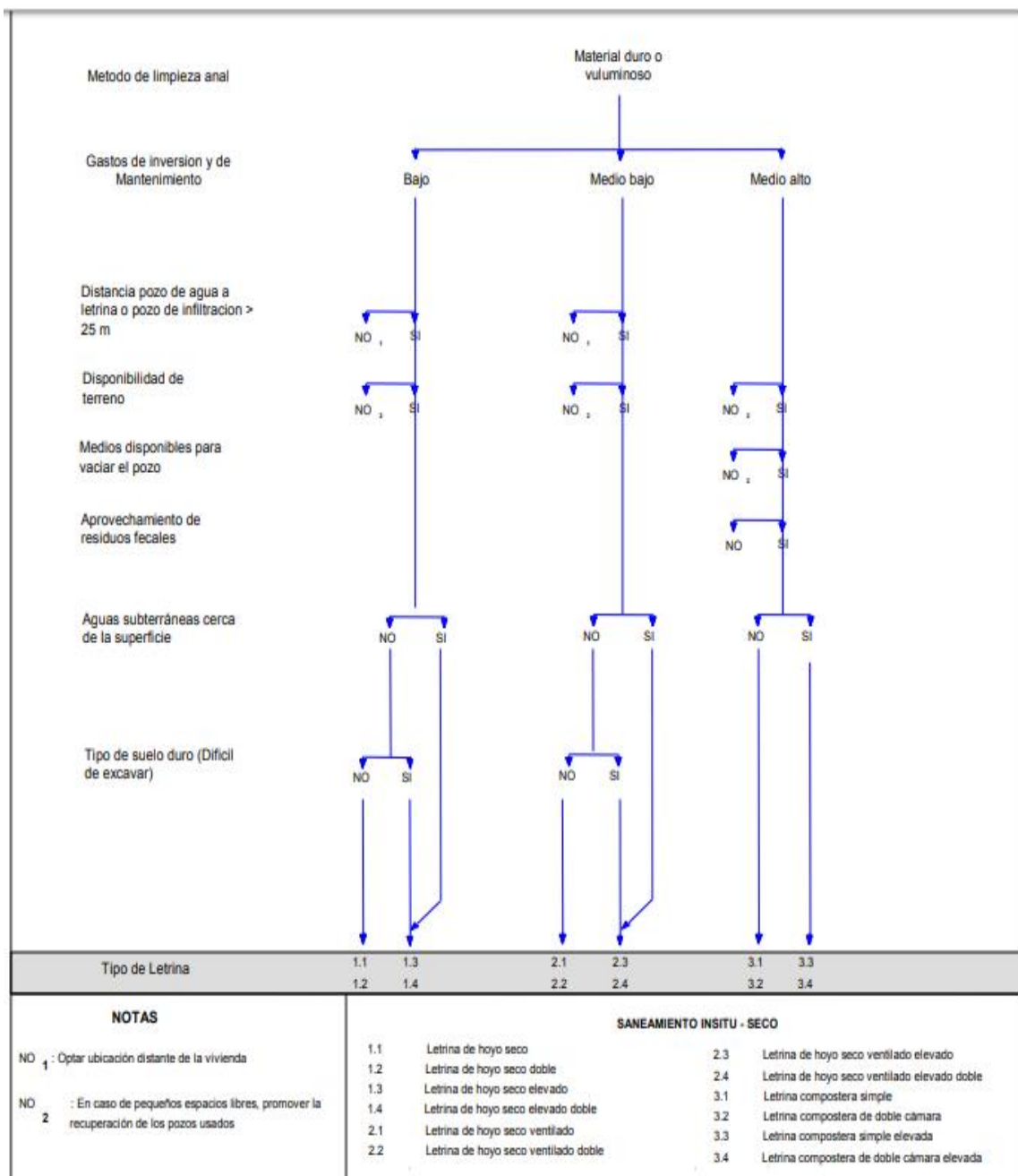
c) Letrina Compostera

- c.1 Letrina compostera simple.
- c.2 Letrina compostera de doble cámara.
- c.3 Letrina compostera simple elevada.
- c.4 Letrina compostera de doble cámara elevada.

## 5.4.2 Alternativa seleccionada de saneamiento

A continuación, se muestra la ruta de selección que se deberá seguir para determinar la mejor alternativa de saneamiento.

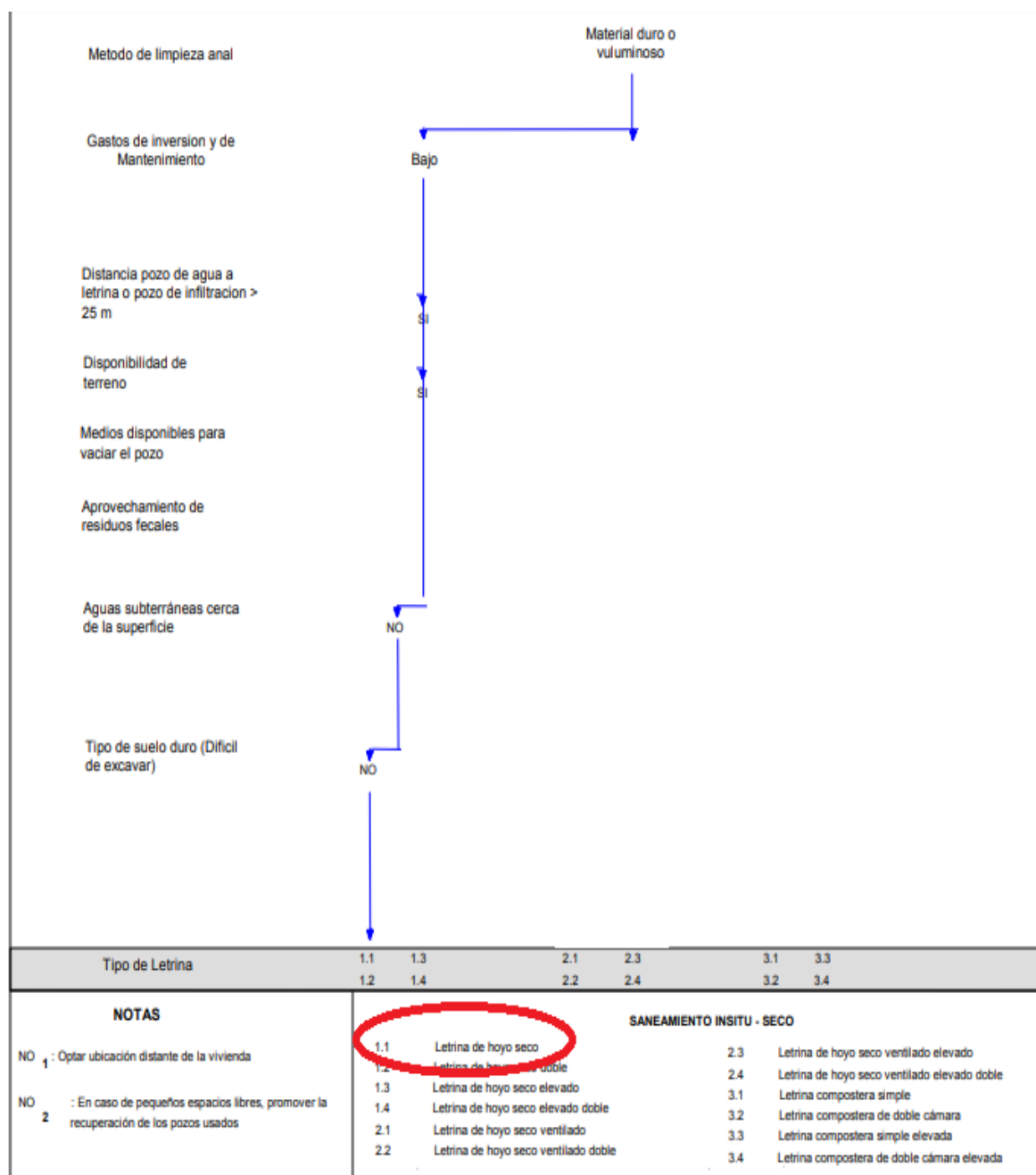
Ilustración 11 Ruta de selección de saneamiento



: (MEF, 2004)

Habiendo tomado en cuenta todos los factores antes mencionados, se procedió a realizar la ruta, determinando que la alternativa más viable para la comunidad, en este caso es la letrina de hoyo seco.

Ilustración 12 Selección de la alternativa de saneamiento



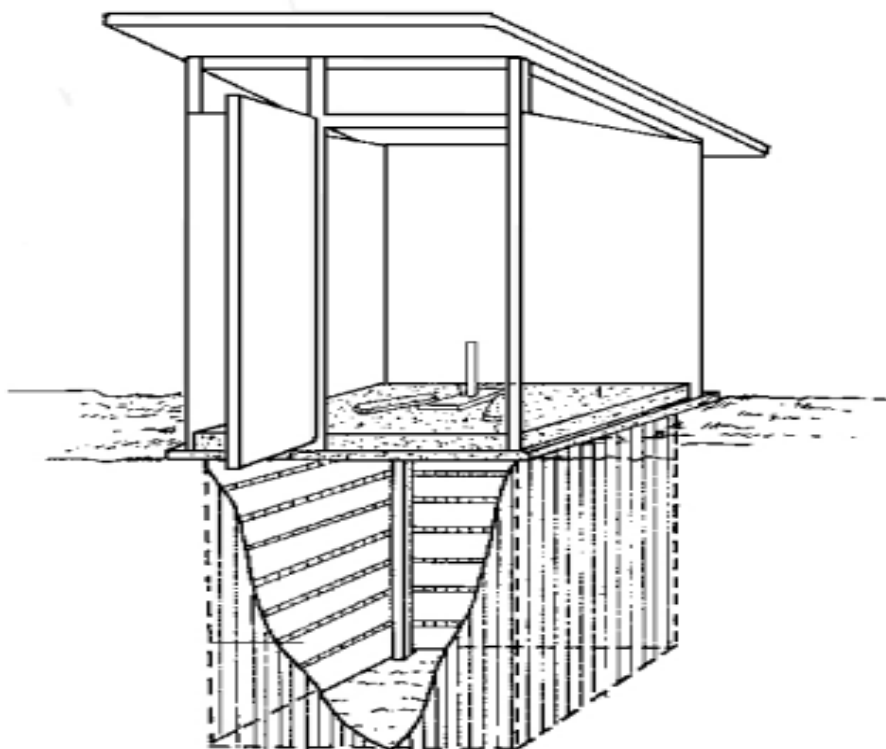
(MEF, 2004)

La *letrina de hoyo seco* está compuesta de un espacio destinado al almacenamiento de las heces, del tipo pozo cuando las características del suelo favorezcan su excavación, y del tipo cámara cuando el nivel de las aguas subterráneas es elevado, el suelo subyacente es rocoso o el terreno es de difícil excavación.

En terrenos inestables o fácilmente deleznales, las paredes verticales del pozo son protegidas con otros materiales para evitar su desmoronamiento. La losa, que sirve de apoyo a la caseta, cuenta con un orificio que se utiliza para disponer las excretas o para colocar el aparato sanitario.

Este orificio o abertura requiere de una tapa para evitar la proliferación de los malos olores y el ingreso de moscas al interior de la caseta o del pozo.

*Ilustración 13 Letrina de hoyo seco*



(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

Este método tiene sus ventajas y desventajas, dentro de ellas se puede observar las siguientes:

*Tabla 25 Ventajas y desventajas de la alternativa seleccionada*

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Probabilidad de proliferación de insectos y emanación de olores, si no se tiene tapado el hoyo.
Puede ser construida fácilmente por el usuario.	
No necesita agua para funcionar.	
Facilidad de uso y mantenimiento	

(Elaboración propia )

#### **5.4.3 Pozo de infiltración de aguas grises (PIAG)**

Una de las opciones más viables para contribuir a la sostenibilidad del sistema de tratamiento es el aprovechamiento de las aguas tratadas en el riego de plantas de tallo largo (jardines) y zonas forestales (maderables y/o ornamentales).

Se plantea el uso de PIAG basados en las “Normas Técnicas II. Saneamiento Básico Rural” (NTON 09002-99), en este diseño ya que la comunidad El Zapote es rurales y aún no existe sistema de Alcantarillado Sanitario. El pozo de infiltración, es una alternativa técnica y económica, para disponer las aguas grises que se generan en una vivienda, la construcción de la misma mejora la salud de la comunidad.

Cuando el sistema de agua esté funcionando, habrá aumento en las aguas grises por lo que con la construcción de esta tecnología se evita el estancamiento de aguas que sirven al desarrollo de mosquitos; malos olores y la contaminación de fuentes de agua.

Se deben construir a una distancia horizontal igual o mayor de 15 m de donde se ubique los pozos de agua potable y 3 m sobre el nivel freático de las aguas. La comunidad cuenta con suelos permeables por lo que la tecnología es apta.

Al PIAG, no se debe verter el agua proveniente del lavado de maíz o trigo, que hayan sido preparados con ceniza o cal, ya que estos materiales son tan finos que obstruyen la porosidad del suelo muy rápidamente.

En el diagnóstico realizado se pudo observar que el 97% de los pobladores de los pobladores respondió que dejan correr las aguas grises por el patio o por las calles de la comunidad, como solución a esta situación se propone la construcción de pozos de infiltración de aguas grises<sup>7</sup>.

Los pozos de infiltración de aguas grises consisten en un foso de forma cuadrada en un rango de 1.0 m., hasta 2.0 m de lado y profundidad mínima de 2.0 m., el cual es relleno con una capa de piedra bolón de 4 a 9 centímetros de diámetro en un espesor de un (1.0 m.) metro, más una capa de arena con granulometría entre #20 y #60, de medio (0.50 m.) metro de espesor, dejando medio (0.50 m.) metro libre para colocar la tubería de entrada y para el mantenimiento cuando este sea requerido.

La capacidad de los pozos depende de las siguientes condiciones:

- Calidad del agua que se vierta, puesto que, entre menos cantidad de sólidos, aceites y grasas, contengan, el agua tendrá mayor facilidad de infiltración.
- Capacidad de infiltración del suelo.
- Mantenimiento frecuente del sistema

La forma del dispositivo será cuadrada por lo que el largo será igual al ancho

---

<sup>7</sup> (INAA, 1998)



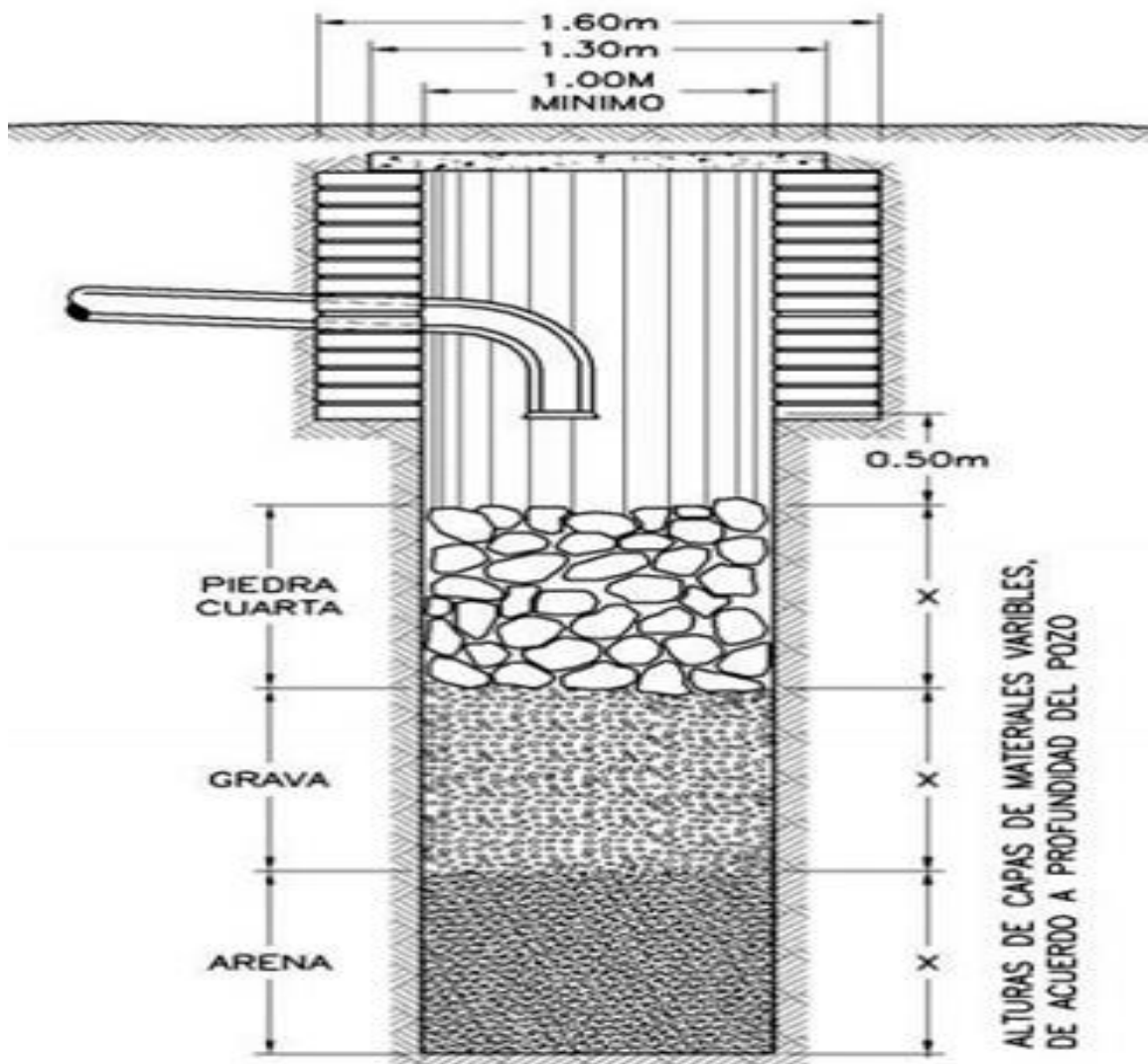
L = Largo en metros	Profundidad útil mínima = 1.50 m.
A= Ancho en metros	Espacio Vacío = 0.50 m
L = A	Volumen de Diseño = $3.0 \times Q_m$ .

Donde:

$Q_m$  = Población x Dotación x Factor de uso de agua potable.

*Ecuación 15 Capacidad del PIAG*

*Ilustración 14 Dimensiones del pozo de infiltración*



(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, 1989)

## **5.5 Costo y presupuesto**

### **5.5.1 Descripción de las actividades de construcción**

#### **Especificaciones técnicas de materiales y equipos**

##### **Equipo de bombeo**

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal	(l/s).
CTD	(pies).
Potencia del Motor	(hp).

Los tazonos deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.

##### **Columna**

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 2" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

##### **Cable de alimentación**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

##### **Plato soporte de descarga**

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

## **Tubería**

### **Excavación**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  del diámetro interior del tubo. Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

### **Instalación de tubería y accesorios**

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

### **Instalación de válvulas y accesorios**

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de  $\frac{1}{4}$  de pulgadas.

### **Encofrado y arriostramiento**

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

### **Remoción de agua**

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

### **Relleno y compactación**

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

### **Colocación y disposición de materiales excavados**

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún

después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

### **Prueba hidrostática**

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables. La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

### **Desinfección**

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato,

equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

### **Bloques de reacción**

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

### **Restauración de la superficie**

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

### **Cruce de cauce**

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

### **Instalación de conexiones domiciliarias**

El ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

### **Excavación**

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

### **Instalación de tubería**

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y lo suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

### **Caseta de controles eléctricos y cloración**

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

### **Materiales**

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".
- Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El



agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo. El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia  $F_y = 40000$  psi. Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

### **Movimiento de tierra**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

### **Tanque de almacenamiento**

Una estructura industrial es un “conjunto de elementos resistentes capaz de mantener sus formas y cualidades a lo largo del tiempo, bajo la acción de las cargas y agentes exteriores a que ha de estar sometido”. Para resolver con acierto la estabilidad industrial de un edificio, es imprescindible entender el funcionamiento de su estructura, conocer la disposición estructural, las

solicitaciones que le llegan y el material utilizado, con el fin de elegir los detalles y disposiciones constructivas más adecuados, así como resolver los puntos singulares de la misma.

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra. Construcción de tanque de almacenamiento elevado metálico.

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

### **Cimentación**

#### **Limpieza**

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo, todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

#### **Excavación**

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles. El contratista será responsable de la conservación de este

banco de niveles y pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará Inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontrarán filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

#### Colocación de acero de refuerzo

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro. Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

#### Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobadas por el ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la comprensión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

#### Colocación y curado del concreto

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva

para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

### **Estructura metálica**

Se realizará una estructura metálica con las especificaciones en los planos para el manejo de las hojas metálicas para las paredes del tanque luego del molde de estas, se empernarán y soldarán a criterios técnicos vigentes en las normativas del país.

### **Accesorios del tanque**

#### a) escalera

Se deberá suministrar e instalar una escalera, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de espaciamiento entre peldaños de 0.40 metros.

#### b) boca de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

#### c) respiradero

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

#### d) tubería de entrada, salida y limpieza

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, estos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

e) rebosadero

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

f) pintura

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura

### Materiales

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones ASTM C-150-69. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones ASTM-C-33-6IT.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto ( $1/5$ ) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuartos ( $3/4$ ) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

#### Almacenamiento de materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

#### Colocación del acero de refuerzo



La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

#### Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio.

Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

#### Colocación del concreto

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

#### Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

## Excavación

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener

durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontrarán filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

#### Limpieza

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo, todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

#### **Partes a ser construidas de concreto**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

#### Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

#### Remoción de formaletas y obras falsas

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

#### Acabado de superficies expuestas

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

#### Trabajos defectuosos

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada

sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

### Pruebas

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación, se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

### Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

### Escalera interior

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de espacimient entre peldaños de 0.40 metros.

### Boca de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

#### Respiradero

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

#### Tubería de entrada, salida y limpieza

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, estos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

#### Rebosadero

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

#### Pintura

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.

## 5.5.2 Presupuesto

Tabla 26 Presupuesto

No	DESCRIPCION	U/ M	CANTIDA D	P/UNIT	COSTO TOTAL
310	PRELIMINARES				C\$ 35,259.95
31001	LIMPIEZA INICIAL	M <sup>2</sup>			C\$ 15,626.34
	LIMPIEZA INICIAL PARA EL AREA DE CAPTACION	M <sup>2</sup>	100.00	C\$ 2.60	C\$ 260.00
	LIMPIEZA INICIAL PARA LA LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	M <sup>2</sup>	5789.13	C\$ 2.60	C\$ 15,051.74
	LIMPIEZA INICIAL PARA AREA DE CONSTRUCCION DE TANQUE	M <sup>2</sup>	121.00	C\$ 2.60	C\$ 314.60
31000 2	TRAZO Y NIVELACION	M			C\$ 19,633.61
	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCLUYE ESTACAS DE MADERA)	M	2379.83	C\$ 8.25	C\$ 19,633.61
320	LINEA DE CONDUCCION				C\$ 52,318.07
32000 1	EXCAVACION PARA TUBERIA	M <sup>3</sup>			C\$ 12,077.39
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERIA	M <sup>3</sup>	216.91	C\$ 55.68	C\$ 12,077.39
32003	INSTALACION DE TUBERIA	M			C\$ 10,363.34
	INSTALACION DE TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO SDR-26	M	200.84	C\$ 51.60	C\$ 10,363.34
32004	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M <sup>3</sup>			C\$ 13,974.90
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL PARA TUBERIA DE CONDUCCION	M <sup>3</sup>	281.98	C\$ 49.56	C\$ 13,974.90
32006	PRUEBA HIDROSTATICA	C/U			C\$ 2,600.00
	PRUEBA HIDROSTATICA CON BOMBA MANUAL EN TUBERIA DE DIAMETRO DE 2", LONGITUD DE 300 M	C/U	2.00	C\$ 1,300.00	C\$ 2,600.00
32008	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO SDR-26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	M	200.64	C\$ 66.30	C\$ 13,302.43
32026	OBRAS VARIAS				C\$ 2,607.75
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF @ 0.50M C/ANCLAJE P/ACCESORIO CON ANCLAJE DE VARRILLA DE HIERRO (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	5.00	C\$ 521.55	C\$ 2,607.75
330	LINEA DE DISTRIBUCION				C\$ 286,987.86
33001	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL				C\$ 50,646.47

(Elaboración propia )



No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERIA DE DISTRIBUCION	M³	909.60	C\$ 55.68	C\$ 50,646.47
33003	INSTALACION DE TUBERIA				C\$ 65,187.93
	INSTALACION DE TUBERIA 1 1/2" DE DIAMETRO SDR-26 (SOLO MANO DE OBRA)	M	915.66	C\$ 51.60	C\$ 47,247.90
	INSTALACION DE TUBERIA 2" DE DIAMETRO SDR-26 (SOLO MANO DE OBRA)	M	347.68	C\$ 51.60	C\$ 17,940.03
33004	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL				C\$ 58,603.65
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL PARA TUBERIA DE CONDUCCION	M³	1182.48	C\$ 49.56	C\$ 58,603.65
33007	PRUEBA HIDROSTATICA				C\$ 23,400.00
	PRUEBA HIDROSTATICA CON BOMBA MANUAL EN TUBERIA DE DIAMETRO DE 2" - 1 1/2" , LONGITUD DE 300 M	C/U	18.00	C\$ 1,300.00	C\$ 23,400.00
33009	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2" DIAMETRO SDR26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	M	915.66	C\$ 42.84	C\$ 39,226.87
33010	TUBERIA DE PVC DE 2" DIAMETRO SDR26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	M	347.68	C\$ 66.30	C\$ 23,051.18
33025	VALVULA Y ACCESORIOS				C\$ 26,871.75
	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam= 1 1/2" con protector de tubo de Ho. Go. INCLUYE EXCAVACION	C/U	6.00	C\$ 2,363.72	C\$ 14,182.32
	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam= 2" con protector de tubo de Ho. Go. INCLUYE EXCAVACION	C/U	1.00	C\$ 3,175.83	C\$ 3,175.83
	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE Diam= 1 1/2" CON 1 m TUBO DE PVC Diam=4" (SDR-26) Y TEE REDUCTORA LISA DE PVC	C/U	1.00	C\$ 2,809.25	C\$ 2,809.25
	CODO DE 45 PVC Diam=1 1/2"	C/U	3.00	C\$ 17.17	C\$ 51.51
	CODO DE 45 PVC Diam=2"	C/U	4.00	C\$ 17.17	C\$ 68.68
	CODO DE 90 PVC Diam=1 1/2"	C/U	5.00	C\$ 20.40	C\$ 102.00
	CODO DE 90 PVC Diam=2"	C/U	5.00	C\$ 20.40	C\$ 102.00
	TEE LISA DE PVC Diam= 1 1/2"	C/U	4.00	C\$ 25.00	C\$ 100.00
	TEE REDUCTORA LISA DE PVC 2" X 2" X 1 1/2"	C/U	2.00	C\$ 43.04	C\$ 86.08

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	
	CODO DE Ho. Go. DE 1 1/2" * 90	C/U	4.00	C\$73.53	C\$ 294.12
	CODO DE Ho. Go. DE 1 1/2" * 45	C/U	4.00	C\$115.60	C\$ 462.40
	TAPOM EMBRA LISO DE PVC Diam= 1 1/2"	C/U	8.00	C\$ 18.72	C\$ 149.76
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF @ 0.50M C/ANCLAJE P/ACCESORIO CON ANCLAJE DE VARRILLA DE HIERRO (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	18.00	C\$214.62	C\$ 3,863.16
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF @ 0.50M C/ANCLAJE P/VALVULAS CON ANCLAJE DE VARRILLA DE HIERRO (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	14.00	C\$ 101.76	C\$ 1,424.64
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 37,434.83
33501	MOVIMIENTO DE TIERRA				C\$ 20,131.04
	EXCAVACIÓN MANUAL EN T. NATURAL PROF = DE 0,00 a 1 m	M³	103.52	C\$ 55.68	C\$ 5,763.99
	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉSTAMO	M³	27.21	C\$ 71.16	C\$ 1,936.26
	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL INCLUYE EL DERECHO DE EXPLOTACION	M³	35.37	C\$ 162.87	C\$ 5,761.20
	RELLENO Y COMPACION MANUAL	M³	134.58	C\$ 49.56	C\$ 6,669.59
	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT PIEDRA BOLON A 6 Km ( NO INCLUYE PIEDRA BOLON)	M³	21.00	C\$ 72.46	C\$ 1,521.66
33503	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO				C\$ 932,776.62
3350301	CIMENTACION		744.38	C\$ 14.97	C\$ 113,234.89
	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m		413.69	C\$ 14.97	C\$ 6,192.94
	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M³	235.50	C\$ 14.97	C\$ 3,525.44
	HIERRO CORRUGADO DE 7/8" GRADO 90°	LBS	1393.57	C\$ 1.73	C\$ 2,410.88

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	HIERRO LISO DE 3/8" PARA ESTRIBO CADA 0.10M GRADO 90°	LBS	8.74	C\$ 2,947.50	C\$ 25,761.15
	FORMALETA PARA PEDESTAL Y ZAPATA		4.04	C\$ 2,659.64	C\$ 10,744.95
	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO	LBS	21.00	C\$ 1,299.14	C\$ 27,281.94
	CONCRETO DE 3500 PSI SIN REFUERZO	M³	4.50	C\$ 3,504.80	C\$ 15,771.60
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	12.78	C\$ 700.00	C\$ 8,946.00
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M³	21.00	C\$ 600.00	C\$ 12,600.00
3350302	ESTRUCTURA METALICA	C/U			C\$ 796,148.51
	TUBO GALVANIZADO DE DIAMETRO DE 3" Y ESPESOR DE 1/4" (CON SOLDADURA VARILLA 6011-1/8")	LBS	9560.15	C\$ 15.62	C\$ 149,329.54
	TENSORES DE ANGULAR DE 1"X1"X1/4" (CON SOLDADURA VARILLA 6011-1/8")	LBS	5632.32	C\$ 15.63	C\$ 88,033.16
	LAMINAS DE ACERO INOXIDABLE DE ESPESOR DE 1/4" (CON SOLDADURA VARILLA 6011-1/8")	LBS	15481.36	C\$ 34.56	C\$ 535,035.80
	ESCALERA METALICA ESCALONES CADA 0.30M	M	9.50	C\$ 2,500.00	C\$ 23,750.00
3350303	ACCESORIOS DE CONEXIÓN				C\$ 23,393.23
	TUBERIA DE REBOSE DE 2"		10.00	C\$ 1,250.50	C\$ 12,505.00
	VALVULA DE ENTRADA DE DIAMETRO 2"		1.00	C\$ 4,562.23	C\$ 4,562.23
	MANOMETRO		1.00	C\$ 5,870.50	C\$ 5,870.50
	CODO DE 90° DE DIAMETRO DE 2"		3.00	C\$ 65.50	C\$ 196.50
	CODO DE 45° DE DIAMETRO DE 2"	C/U	5.00	C\$ 51.80	C\$ 259.00
33508	CERCAS PERIMETRALES				C\$ 10,715.18

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m	M	37.50	C\$ 221.71	C\$ 8,314.13
	PUERTA DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. # 13 Y MADERA BLANCA	C/U	1.00	C\$ 401.05	C\$ 401.05
	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m (SOLO MANO DE OBRA)	ML	40.00	C\$ 50.00	C\$ 2,000.00
33507	OTRO TIPO DE OBRAS				C\$ 2,494.49
	HIPOCLORADOR DE PLÁSTICO CAP. = 33 GALONES	C/U	1.00	C\$ 523.79	C\$ 523.79
	VALVULA (O LLAVE) DE PASE DE BOLA Diam = 1/2"	C/U	1.00	C\$ 365.12	C\$ 365.12
	PINTURA IMPERMIABILIZANTE DOS MANOS	M²	35.21	C\$ 45.60	C\$ 1,605.58
33506	CASETA DE VIGILANCIA				C\$ 3,800.00
	CASETA DE MADERA ROJA + CUBIERTA DE TECHO DE ZINC + FORRO DE PLYCEM LISO PARA CLORADOR	M²	1.00	C\$ 3,000.00	C\$ 3,000.00
	INSTALACIÓN DE HIPOCLORADOR Y CASETA DE PROTECCIÓN	C/U	1.00	C\$ 800.00	C\$ 800.00
340	FUENTES DE TOMA				C\$ 310,275.04
34001	OBRAS DE TOMA				C\$ 26,663.46
	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO COMPLETO + E. COLIFORME AGUA POTABLE	C/U	1.00	C\$ 2,240.00	C\$ 2,240.00
	ANÁLISIS DE ARSÉNICO	C/U	1.00	C\$ 818.97	C\$ 818.97
	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA	C/U	1.00	C\$ 2,004.49	C\$ 2,004.49
	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE)	C/U	12.00	C\$ 1,800.00	C\$ 21,600.00
34003	ESTACIÓN DE BOMBEO				C\$ 110,031.08
	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 1,5 HP, Q = 11,26 GPM, CTD = 260', 1/60/230V	C/U	1.00	C\$ 19,190.40	C\$ 19,190.40
	SARTA DE TUBERÍA DE Ho, Go. + Ho, Fo. + VALVULAS Diam = 2" PARA	C/U	1.00	C\$ 67,092.04	C\$ 67,092.04

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	VALVULA DE CHECK DE Ho. Fo. Diam = 2" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1.00	C\$ 3,344.68	C\$ 3,344.68
	PANEL DE CONTROL DE BOMBA PARA MOTOR DE ARRANQUE DE 1,5 HP, 110/60/220V	C/U	1.00	C\$ 3,302.45	C\$ 3,302.45
	CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	M	50.00	C\$ 114.77	C\$ 5,738.50
	ARRANCADOR MAGNETICO DIRECTO (A TENSIÓN COMPLETA) P/MOTOR DE 1,5 HP, 110/60/230V 11-16 AMP	C/U	1.00	C\$ 6,363.01	C\$ 6,363.01
	INSTALACIÓN DE BOMBA Y SARTA CON TODOS SUS ACCESORIOS (SOLO MANO DE OBRA	C/U	1.00	C\$ 5,000.00	C\$ 5,000.00
34003	CASETA DE CONTROL				C\$ 60,070.33
	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m		4.00	C\$ 87.40	C\$ 349.60
	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M³	11.91	C\$ 55.78	C\$ 664.34
	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉAMO		15.41	C\$ 71.16	C\$ 1,096.58
	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	11.91	C\$ 49.96	C\$ 595.02
	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL INCLUYE EL DERECHO DE EXPLOTACION	M³	15.41	C\$ 162.87	C\$ 2,509.83
	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 3/8", # 3	LBS	6.19	C\$ 14.97	C\$ 92.66
	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	230.55	C\$ 14.97	C\$ 3,451.33
	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4 CON CONCRETO SIN REFUERZO DE 3000PSI (MEZCLADO A MANO)	LBS	849.55	C\$ 1.73	C\$ 1,469.72
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	3.33	C\$ 700.00	C\$ 2,331.00
	BLOQUE DE 6" X 8" X 16" SIN SISAR		395.00	C\$ 16.00	C\$ 6,320.00
	MORTERO ARENA Y CEMENTO PROPORCIÓN 1:4	M³	1.85	C\$ 2,365.00	C\$ 4,375.25

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M²	9.15	C\$ 227.31	C\$ 2,079.89
	FORMALETA PARA VIGAS	M²	9.17	C\$ 288.27	C\$ 2,643.44
	FORMALETA PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M²	3.00	C\$ 237.93	C\$ 713.79
	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M²	21.33	C\$ 23.61	C\$ 503.60
	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA	M²	19.30	C\$ 294.00	C\$ 5,674.20
	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA (SOLO MANO DE OBRA)		19.30	C\$ 80.00	C\$ 1,544.00
	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M	2.00	C\$ 347.49	C\$ 694.98
	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	M	12.81	C\$ 130.11	C\$ 1,666.71
	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	3.33	C\$ 700.00	C\$ 2,331.00
	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M²	19.56	C\$ 151.31	C\$ 2,959.62
	PIQUETEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M²	35.26	C\$ 16.87	C\$ 594.84
	ACABADO FINO LLANETADO EN LOSA DE CONCRETO	M²	11.55	C\$ 66.29	C\$ 765.65
	PUERTA DE MADERA (ROJA) SÓLIDA DE 1,0 m X 2,10 m CON MARCO + BISAGRAS + CERRADURA + CELOCIA DE 0,2 M	C/U	1.00	C\$ 7,500.00	C\$ 7,500.00
	VENTANA ABATIBLE DE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Esp. 3 mm (INCL. BISAGRAS + PASADOR + PIN)	M²	0.68	C\$ 1,264.37	C\$ 853.45
34005	INSTALACIONES ELECTRICAS				C\$ 67,953.86

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	ACOMETIDA CON TUBO DE EMT Diam = 1" CON CALAVERA DE EMT D CONDUCTOR) iam= 1" (NO INCLUYE APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA M. DE 2 HOYOS	M	30.00	C\$ 184.56	C\$ 5,536.80
	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 4" X 4"	C/U	1.00	C\$ 88.57	C\$ 88.57
	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 2" X 4"	C/U	1.00	C\$ 51.86	C\$ 51.86
	TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE 1/2" FORRADO		16.00	C\$ 31.46	C\$ 503.36
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #12 AWG	M	63.00	C\$ 18.27	C\$ 1,151.01
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #10 AWG	M	27.00	C\$ 31.54	C\$ 851.58
	BREAKER DE 2 x 50 AMPERIOS	C/U	1.00	C\$ 444.28	C\$ 444.28
	BREAKER DE 1 x 20 AMPERIOS	C/U	1.00	C\$ 175.28	C\$ 175.28
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO N° 14 AWG	M	18.00	C\$ 21.00	C\$ 378.00
	LÁMPARA (O LUMINARIA) FLUORESCENTE DE 1 X20 WATTS CON 1 TUBO	C/U	2.00	C\$ 255.78	C\$ 511.56
	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA5-1: RAMAL PRIMARIO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	C\$ 3,313.30	C\$ 3,313.30
	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-5: REMATE SENCILLO;14.4/24.9 KV	C/U	1.00	C\$ 1,643.45	C\$ 1,643.45
	ESTRUCTURA ELECTRICA G-105: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFASICO	C/U	1.00	C\$ 6,795.30	C\$ 6,795.30
	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 14,4/24,9 KV, 120/240 KV (NO INCL. ESTRUCTURA)	C/U	1.00	C\$ 26,814.47	C\$ 26,814.47
	ALAMBRE ELÉCTRICO DE COBRE CABL. # 8 + 5 m DE TUBO	M			C\$ 0.00
	CANALIZACION ELÉCTRICA CON TUBO DE IMC. Diam = 1/2" (INCL. BRIDAS)	M	16.00	C\$ 29.10	C\$ 465.60
	CANALIZACION ELECTRICA CON TUBO DE EMT DE 1" (INCL. BRIDAS)	M	16.00	C\$ 39.12	C\$ 625.92

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO. DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA	M	1.00	C\$ 54.80	C\$ 54.80
	ESTRUCTURA ELÉCTRICA D1-1: RETENIDA SENC.C/PERNO GUARDACABO Y ANCLA	M	1.00	C\$ 2,253.39	C\$ 2,253.39
	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THNH # 6 AWG	M	30.00	C\$ 62.24	C\$ 1,867.20
	ESTRUCTURA ELÉCTRICA M2-1: POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8"	C/U	1.00	C\$ 1,859.45	C\$ 1,859.45
	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1.00	C\$ 2,278.26	C\$ 2,278.26
	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-1 SOPORTE SENCILLO ANGULO 0° A 5°, 14.4/24.9 KV	C/U	1.00	C\$ 2,347.47	C\$ 2,347.47
	CALAVERA DE EMT Diam = 1", 3 x 10	C/U	1.00	C\$ 238.76	C\$ 238.76
	PANEL MONOFASICO 8 ESPACIOS 120/240V. BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1.00	C\$ 2,704.19	C\$ 2,704.19
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	1.00	C\$ 5,000.00	C\$ 5,000.00
<b>34008</b>	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				C\$ 45,556.31
	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 1 1/2", 1 HIL DE PIEDRA CANTERA	M	27.50	C\$ 792.02	C\$ 21,780.55
	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50M2)	C/U	1.00	C\$ 7,525.76	C\$ 7,525.76
	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 11/2", 1 HIL DE P. CANT4 HIL ARBO (SOLO MANO DE OBRA)	M	27.50	C\$ 500.00	C\$ 13,750.00
	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50M2) (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	1.00	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500.00
<b>350</b>	CONEXIONES				C\$ 155,188.11
<b>35001</b>	CONEXIONES INTRADOMICILIARES				C\$ 76,999.23

(Elaboración propia )



No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE 1 1/2" X 1/2" (SDR-13.5) PARA AGUA POTABLE (NO INCLUYE MEDIDOR, NO INCLUYE EXCAVACION)	C/U	69.00	C\$ 767.65	C\$ 52,967.85
	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE 2" X 1/2" (SDR-13.5) PARA AGUA POTABLE (NO INCLUYE MEDIDOR, NO INCLUYE EXCAVACION)	C/U	8.00	C\$ 767.65	C\$ 6,141.20
	CONEXIÓN DOMICILIAR CON SILLETA LISA DE PVC DE (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	77.00	C\$ 232.34	C\$ 17,890.18
35009	MEDIDORES DE AGUA POTABLE				C\$ 78,188.88
	MEDIDOR DOMICILIAR Diam = 1/2" DE AGUA POTABLE (CON CAJA DE CONCRETO Y TAPA Y ARO DE Ho. Fo.)	C/U	77.00	C\$ 1,015.44	C\$ 78,188.88
505	LETRINAS				C\$ 447,760.65
50511	EXCAVACIÓN (BROCAL Y FOSO)				C\$ 36,791.79
	FOSO (SOLO EXC) PARA LETRINA SENCILLA DE 1 m X 1 m Prof = 2 m INCLUYE NIVELETA Y ACARREO DE TIERRA EN CARRETILLAS	C/U	57.00	C\$ 645.47	C\$ 36,791.79
50512	ENCHAPE DE FOSO				C\$ 234,726.00
	ENCHAPE DE BLOQUE DE MORTERO DE 6" EN FOSO DE LETRINAS (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	57.00	C\$ 600.00	C\$ 34,200.00
	FOSO PARA LETRINA SENCILLA ELEVADA ENCHAPE DE BLOQUES DE MORTERO DE 6" CON GRADAS BLOQUE	C/U	57.00	C\$ 1,945.00	C\$ 110,865.00
	LOSA Y BANCO DE FIBRA DE VIDRIO PARA LETRINA SENCILLA FIJACIÓN A ESTRUCTURA METÁLICA	C/U	57.00	C\$ 1,573.00	C\$ 89,661.00
50504	CASETA DE LETRINA				C\$ 169,164.03

(Elaboración propia )

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTO TOTAL
	ESTRUCTURA DE ACERO (A-36) Y TUBO RECT. DE HIERRO P/CASETA LETRINA SENC (INCL. TUBO DE VENT.)	C/U	57.00	C\$ 1,723.39	C\$ 98,233.23
	FORRO DE LÁMINA LISA DE ZINC CAL. 28 SOBRE ESTRUCTURA METALICA P/PAREDES CASETA LETRINA SENCILLA	C/U	57.00	C\$ 834.40	C\$ 47,560.80
	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA P/CASETA DE LETRINA	C/U	57.00	C\$ 210.00	C\$ 11,970.00
	ARMAR CASETA DE LETRINA Y COLOCAR CESETA Y LOSA DE FIBRA DE VIDRIO	C/U	57.00	C\$ 200.00	C\$ 11,400.00
50901	ROTULO LEYENDA (SOLAMENTE PINTADO CON PINTURA DE ACEITE) PARA PROYECTO DE LETRINA	C/U	57.00	C\$ 124.19	C\$ 7,078.83
510	ORGANIZACIÓN COMUNITARIA				C\$ 13,932.52
51002	PERSONAL PARA CAPACITAR				C\$ 7,806.52
	PLANIFICAR TALLER DE PLANIFICACIÓN CAPACITADOR	HRS	12.50	C\$ 100.00	C\$ 1,250.00
	VISITA PERSONAL A DOMICILIO PARA MONITOREO DE CONTENIDO DE CAPACITACION	C/U	76.00	C\$ 86.27	C\$ 6,556.52
51004	MATERIAL DIDÁCTICO				C\$ 1,726.00
	CARTULINA	C/U	10.00	C\$ 5.00	C\$ 50.00
	CHINCHES (CAJA DE 100 UNIDADES)	C/U	2.00	C\$ 13.00	C\$ 26.00
	MARCADOR PUNTA GRUESA	C/U	10.00	C\$ 15.00	C\$ 150.00
	LAPICERO	C/U	10.00	C\$ 5.00	C\$ 50.00
	PAPELÓGRAFO (PAPEL BOND N°32)	C/U	20.00	C\$ 5.00	C\$ 100.00
	CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN	C/U	20.00	C\$ 50.00	C\$ 1,000.00
	AFICHE (A COLORES)	C/U	10.00	C\$ 20.00	C\$ 200.00
	GUIA METODOLÓGICA DEL CAPACITADOR(A) (AGUA Y SANEAMIENTO)	C/U	3.00	C\$ 50.00	C\$ 150.00
51006	FOLLETO				C\$ 4,400.00
	FOLLETO DE 100 PAGINAS	C/U	20.00	C\$ 220.00	C\$ 4,400.00
	SUBTOTAL				C\$ 2,273,161.18
	ADMINISTRACION 10%		0.10		C\$ 227,316.12
	TRANSPORTE 5%		0.05		C\$ 113,658.06
	UTILIDADES 15%		0.15		C\$ 340,974.18
	TOTAL				C\$ 2,955,109.54

(Elaboración propia )

### **5.5.3 Costo total del proyecto**

El costo del proyecto a precio social es de (C\$ 2, 955,109.54), incluyendo los componentes de agua potable, saneamiento, educación, protección de fuentes, capacitación y visibilidad del proyecto.

El diseño se realizó de acuerdo a los datos recolectados en la comunidad El Zapote, dicha comunidad es de escasos recursos por lo tanto si el proyecto se llegara a ejecutar los pobladores estarían dispuestos a ayudar con la mano de obra de dicho proyecto.

## CAPITULO VI

## **CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- Se realizó satisfactoriamente un diagnóstico de la comunidad, según el estudio socioeconómico corresponde a una población de 348 habitantes; al culminar el período de diseño de 20 años la población servida será de 627 habitantes.
- La fuente seleccionada tiene la capacidad de abastecer los requerimientos de la población proyectada, el tratamiento de desinfección que se le dará al agua será por medio del proceso de cloración. Del levantamiento topográfico se establecieron los puntos más altos de la zona con el objetivo de ubicar el pozo y el tanque.
- Se seleccionó un equipo de bombeo de 1.00 HP modelo IS410-14 con una longitud de la tubería de conducción de 223.08 metros. Las dimensiones del tanque de almacenamiento con una capacidad de 20.10 metros cúbicos; el sistema cumple con las Normas del INAA que fue evaluado en el software EPANET donde se establecieron los caudales unitarios en cada uno de los nodos.
- Se seleccionó un sistema de saneamiento para excretas (letrina con pozo seco) y aguas grises (pozo de infiltración de aguas grises).
- Se estableció el costo de construcción del proyecto el cual es de C\$ 2, 955,109.54.
- Se elaboraron planos constructivos del sistema.

## **6.2 Recomendaciones**

Para la ejecución del proyecto del sistema de agua potable es muy importante que la alcaldía de la comunidad y el comité del CAPS, tomen en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá reconfirmar la calidad del agua de la fuente mediante el análisis físico-químico y bacteriológico para evitar alguna contaminación durante su construcción.
- Una vez construido el sistema de agua potable se brindará capacitación técnica sobre hábitos higiénicos a través de la educación ambiental, lo que contribuirá a mantener el cuidado y protección de la fuente.
- No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presenten enfermedades en la comunidad.
- Para que el sistema preste un buen servicio, es importante que se cumpla la guía de mantenimiento y operación, para mantener el buen funcionamiento del sistema.
- Garantizar personal de mano de obra calificado para la construcción del sistema y contratar ingeniero de supervisión para que se apliquen las especificaciones técnicas contenidas en los planos.
- Garantizar que el sistema de abastecimiento por conexiones domiciliarias sea únicamente para el consumo de las viviendas, para evitar que se extraiga más del caudal a explotar de la fuente de abastecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

Baltodano, J. (2003). Abastecimiento de agua potable.

BANCO MUNDIAL. (2012). *Trabajos Técnicos del departamento de Medio Ambiente*. Obtenido de Banco Mundial.

CEPIS. (s.f.). Guías para el diseño de estaciones de bombeo para agua potable, OPS/CEPIS/05.161.

*Definiciones usuales en Hidráulica*. (1987).

Elaboración propia . (s.f.). *Elaboración propia* .

ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de ENACAL.

ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de ENACAL.

FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.

FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.

*Google Earth*. (s.f.). Obtenido de Google Earth.

INAA. (1998). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de INAA.

INAA. (1999). *Diseño de Abastecimiento de abastecimiento en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural*. Managua.

INIDE. (s.f.). <http://www.inide.gob.ni/censos2005/resumencensal/resumen2.pdf>.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado. (1989). *Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural*. INAA. Managua.

Laboratorio de Mecánica de Suelo (UNI-RUPAP). (s.f.).

MEF. (2004). *CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE DE OPCIONES TÉCNICAS Y NIVELES DE SERVICIO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ZONAS RURALES*. Lima.

*Población de Diseño y Demanda de Agua*. (s.f.).

Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*. Obtenido de Salud.

Secretaría de Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*. Obtenido de <https://www.ucol.mx/content/cms/13/file/NOM/Nom-127-ssa1-1994.pdf>  
Software EPANET. (s.f.).



# **ANEXOS**

# **ANEXO I**

## ANEXO I: ENCUESTA

Estimados habitantes de la comarca Las Pavas, Comunidad El Zapote somos Estudiantes de la carrera Ing. Civil de la Universidad Nacional De Ingeniería, estamos realizando un estudio acerca del diseño de sistema de abastecimiento de agua y saneamiento.

Responda las preguntas a continuación:

### 1. Datos generales

Nombre del jefe de familia: \_\_\_\_\_

Género: Masculino \_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_

Actividad laboral: \_\_\_\_\_

Tipo de ingreso Asalariado\_\_\_\_ Comerciante\_\_\_\_ Cuenta propia\_\_\_\_

Ingreso Económico: Mensual C\$ \_\_\_\_\_ Quincenal C\$ \_\_\_\_\_

Nº de habitantes: Núcleo Familiar (cantidad) \_\_\_\_

Niños \_\_\_\_ Adultos \_\_\_\_

Principales actividades predominantes:

Agricultura y Ganadería\_\_\_\_ Comercio\_\_\_\_ Microempresa\_\_\_\_

Artesanía\_\_\_\_ Otros (Especifique) \_\_\_\_\_

### 2. Servicios públicos

¿Con cuales servicios públicos cuentan?

Agua potable \_\_\_\_ sistema de saneamiento \_\_\_\_

Energía eléctrica \_\_\_\_ Otros \_\_\_\_

#### 2.1 Abastecimiento de agua

Medio de abastecimiento: Pozo \_\_\_\_ Ríos \_\_\_\_ Otros (especifique) \_\_\_\_

Periodo en que usted tiene disponibilidad del agua:

Invierno si\_\_ no\_\_ Verano si\_\_ no\_\_

¿Cantidad promedio que utiliza de agua? \_\_\_\_\_ Lts.

¿Qué métodos utiliza para potabilizar el agua?

Hervida\_\_\_\_ Clorada\_\_\_\_ Al sol\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_

¿Para que utiliza el agua?

Domestico\_\_\_\_ Riego Menor\_\_\_\_ Abrevadero\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_

## 2.2 Servicio de saneamiento

¿Posee usted algún tipo de servicio de saneamiento? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Las aguas sucias (aguas residuales domesticas) que se generan en su vivienda tienen por destino:

Excretas:

Letrinas\_\_\_\_ Sumideros\_\_\_\_ Defecación al aire libre\_\_\_\_ Otros (especifique) \_\_\_\_

Aguas grises:

Calle\_\_\_\_ Patio\_\_\_\_ Infiltración \_\_\_\_ Otros\_\_\_\_

¿Quisieran tener un sistema de saneamiento diferente?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Por que \_\_\_\_\_

Estado en que se encuentra el servicio higiénico: Buena\_\_\_\_ Mala\_\_\_\_

## 2.3 servicio de energía y telefonía

Cuenta con servicio de energía Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_

¿Cómo es la calidad de la energía eléctrica en su hogar? Buena \_\_\_\_ Mala \_\_\_\_

Con que tipo de energía cuenta

Panel \_\_\_\_\_ Generador eléctrico \_\_\_\_

Tendido eléctrico \_\_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_

Si el proyecto llegara a ejecutarse como estaría dispuesto a ayudar

Económicamente \_\_\_\_

Mano de obra \_\_\_\_

(Elaboración propia )

## PUESTO DE SALUD

Estimados Dirección del Puesto de Salud de la comarca Las Pavas, Comunidad El Zapote; somos estudiantes de la carrera de Ing. Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Estamos realizando un estudio acerca del diseño de sistema de abastecimiento de agua y saneamiento.

Responda las preguntas a continuación:

### 1. Datos Generales

Puestos de Salud Existentes \_\_\_\_\_

Fecha de inauguración: \_\_\_\_\_

Capacidad de atención: \_\_\_\_\_

Enfermedades más comunes: \_\_\_\_\_

Taza de morbilidad: \_\_\_\_\_

### 2. Servicios públicos

¿Con cuales servicios públicos cuentan?

Agua potable \_\_\_\_\_ sistema de saneamiento \_\_\_\_\_

Energía eléctrica \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

#### 2.1 Abastecimiento de agua

Medio de abastecimiento: Pozo \_\_\_\_\_ Ríos \_\_\_\_\_ Otros (Especifique) \_\_\_\_\_

Periodo en que usted tiene disponibilidad del agua:

Invierno si\_\_\_ no\_\_\_ Verano si\_\_\_ no\_\_\_

¿Cantidad promedio que utiliza de agua? \_\_\_\_\_ Lts.

¿Qué métodos utiliza para potabilizar el agua?

Hervida\_\_\_\_\_ Clorada\_\_\_\_\_ Al sol\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

¿Para que utiliza el agua?

Domestico\_\_\_\_\_ Riego Menor\_\_\_\_\_ Abrevadero\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

## 2.2 Servicio de saneamiento

¿Posee usted algún tipo de servicio de saneamiento? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Las aguas sucias (aguas residuales domesticas) que se generan en su vivienda tienen por destino:

Excretas:

Letrinas\_\_ Sumideros\_\_ Defecación al aire libre\_\_ Otros \_\_\_\_

Aguas grises:

Calle\_\_ Patio\_\_ Infiltración \_\_ Otros \_\_\_\_

¿Quisieran tener un sistema de saneamiento diferente?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Por que \_\_\_\_\_

Estado en que se encuentra su servicio higiénico: Buena\_\_ Mala\_\_

Enfermedades por el uso de dichas aguas:

Diarrea\_\_ Molestias Abdominales \_\_ Gripe, Catarro\_\_

Tos \_\_ Enfermedades en la piel\_\_ Dengue Paludismo\_\_

Otros \_\_\_\_

## 2.3 servicio de energía y telefonía

¿Cuenta con servicio de energía?: Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_

¿Cómo es la calidad de la energía eléctrica en su hogar? Buena \_\_ Mala \_\_

Con que tipo de energía cuenta

Panel \_\_\_\_\_ Generador eléctrico \_\_\_\_

Tendido eléctrico \_\_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_

Si el proyecto llegara a ejecutarse como estaría dispuesto a ayudar

Económicamente \_\_\_\_

Mano de obra \_\_\_\_

(Elaboración propia )

## EDUCACION

Estimados Dirección del Centro Escolar de la comarca Las Pavas, Comunidad El Zapote; somos estudiantes de la carrera de Ing. Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Estamos realizando un estudio acerca del diseño de sistema de abastecimiento de agua y saneamiento.

Responda las preguntas a continuación:

### 1. Datos Generales

Cantidad de centros escolares: \_\_\_\_

Capacidad de estudiantes: \_\_\_\_

¿Nivel de educación que se imparte? Primaria \_\_\_\_ secundaria \_\_\_\_

### 2. Servicios públicos

¿Con cuales servicios públicos cuentan?

Agua potable \_\_\_\_ sistema de saneamiento \_\_\_\_

Energía eléctrica \_\_\_\_ Otros \_\_\_\_

#### 2.1 Abastecimiento de agua

Medio de abastecimiento: Pozo \_\_\_\_ Ríos \_\_\_\_ Otros (Especifique) \_\_\_\_

Periodo en que usted tiene disponibilidad del agua:

Invierno si\_\_ no\_\_ Verano si\_\_ no\_\_

¿Cantidad promedio que utiliza de agua? \_\_\_\_\_ Lts.

¿Qué métodos utiliza para potabilizar el agua?

Hervida\_\_\_\_ Clorada\_\_\_\_ Al sol\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_

¿Para que utiliza el agua?

Domestico\_\_\_\_ Riego Menor\_\_\_\_ Abrevadero\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_

## 2.2 Servicio de saneamiento

¿Posee usted algún tipo de servicio de saneamiento? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Las aguas sucias (aguas residuales domesticas) que se generan en su vivienda tienen por destino:

Excretas:

Letrinas\_\_ Sumideros\_\_ Defecación al aire libre\_\_ Otros \_\_\_\_

Aguas grises:

Calle\_\_ Patio\_\_ Infiltración \_\_ Otros \_\_\_\_

¿Quisieran tener un sistema de saneamiento diferente?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Por que \_\_\_\_\_

Estado en que se encuentra su servicio higiénico: Buena\_\_\_\_ Mala\_\_\_\_

## 2.3 servicio de energía y telefonía

Cuenta con servicio de energía Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_

¿Cómo es la calidad de la energía eléctrica en su hogar? Buena \_\_ Mala \_\_

Con que tipo de energía cuenta

Panel \_\_\_\_\_ Generador eléctrico \_\_\_\_

Tendido eléctrico \_\_\_\_ Otro (especifique) \_\_\_\_

Si el proyecto llegara a ejecutarse como estaría dispuesto a ayudar

Económicamente \_\_\_\_\_

Mano de obra \_\_\_\_\_

(Elaboración propia )



# **ANEXO II**

## ANEXO II: Tasa de crecimiento INIDE

**TABLA 1.4 POBLACIÓN POR CRECIMIENTO POBLACIONAL ENTRE 1950/1906 Y 2005/1950, SUPERFICIE Y DENSIDAD POBLACIONAL, SEGÚN REGIÓN GEOGRÁFICA Y DEPARTAMENTO / REGIÓN AUTÓNOMA. CENSOS DE 1906 A 2005.**

Región Geográfica y Departamento/ Región Autónoma	Censo								Crecimiento Poblacional		Superficie <sup>a</sup> en Km <sup>2</sup>	Densidad Pob. Hab. por km <sup>2</sup> 2005
	1906	1920	1940	1950	1963	1971	1995	2005	1950/1906	2005/1950		
<b>LA REPÚBLICA</b>	501,849	633,622	829,831	1,049,611	1,535,588	1,877,952	4,357,099	5,142,098	2.1	4.9	120,339.54	42.7
<b>Pacífico</b>	288,511	338,149	453,383	585,593	869,973	1,116,473	2,467,742	2,778,257	2.0	4.7	18,319.23	151.7
Chiriquí	35,722	47,583	68,660	81,836	128,624	155,286	350,212	378,970	2.3	4.6	4,822.42	78.6
León	90,237	78,300	94,631	123,614	150,051	166,820	336,894	355,779	1.4	2.9	5,138.03	69.2
Managua	48,204	74,696	120,202	161,513	318,826	485,850	1,093,760	1,262,978	3.4	7.8	3,465.10	364.5
Masaya	33,599	40,386	54,742	72,446	76,580	92,152	241,354	289,988	2.2	4.0	610.78	474.8
Granada	28,093	34,035	38,947	48,732	65,643	71,102	155,683	168,186	1.7	3.5	1,039.68	161.8
Carazo	27,110	32,059	40,624	52,138	65,888	71,134	149,407	166,073	1.9	3.2	1,081.40	153.6
Rivas	25,549	31,090	35,577	45,314	64,361	74,129	140,432	156,283	1.8	3.4	2,161.82	72.3
<b>Central y Norte</b>	175,316	249,378	315,652	387,202	560,976	595,139	1,354,246	1,647,605	2.2	4.3	34,113.41	48.3
Nueva Segovia	13,251	16,439	21,818	25,988	45,900	65,784	148,492	208,523	2.0	8.0	3,491.28	59.7
Jinotega	21,979	27,065	36,725	48,325	76,936	90,640	257,933	331,335	2.2	6.9	9,222.40	35.9
Madriz	19,490	25,585	28,689	33,178	50,229	53,423	107,567	132,459	1.7	4.0	1,708.23	77.5
Estelí	23,355	30,515	38,023	43,742	69,257	79,164	174,894	201,548	1.9	4.6	2,229.69	90.4
Matagalpa	44,290	78,226	111,201	135,401	171,465	168,139	383,776	469,172	3.1	3.5	6,803.86	69.0
Boaco	26,737	35,723	40,365	50,039	71,615	69,187	136,949	150,636	1.9	3.0	4,176.68	36.1
Chontales	26,214	35,825	38,831	50,529	75,575	68,802	144,635	153,932	1.9	3.0	6,481.27	23.8
<b>Atlántico</b>	38,022	46,095	60,796	76,816	104,639	166,340	535,111	716,236	2.0	9.3	67,906.90	10.5
Rio San Juan	4,173	6,985	7,547	9,089	15,676	20,832	70,143	95,596	2.2	10.5	7,540.90	12.7
Zelaya	33,849	39,110	53,249	67,727	88,963	145,508	464,968	620,640	2.0	9.2		
R.A.A.N.	-	-	-	-	-	-	192,716	314,130	-	-	33,105.98	9.5
R.A.A.S.	-	-	-	-	-	-	272,252	306,510	-	-	27,260.02	11.2

<sup>a</sup>INETER, 2006: La superficie no incluye lagos y lagunas

# **ANEXO III**

### ANEXO III: Análisis de calidad de agua

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS  
GERENCIA AMBIENTAL/LABORATORIO CENTRAL  
RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO -CALIDAD DEL AGUA  
Monitoreo de Calidad de Agua/Mini Acueductos Rurales.

TABLA No. 1

DATOS GENERALES DE LAS FUENTES HIDRICAS								ANALISIS BACTERIOLOGICO		PARAMETROS DE CAMPO			
Nº Ord	Municipio	Localidad	Nombre de la Fuente	Fecha de Muestreo	No. Folio	Nº De Informe	Codigo de Fuente	Coliformes totales UFC/100 ml	Coliformes Fecales UFC/100 ml	Temperatura Campo °C	pH de Campo	Conduct Electr Campo µS/cm	Turbidez de Campo UNT
NORMAS CAPRE								0.0	0.0	18 - 32	6.5 - 8.5	No especifica	5.0
17	Acoyapa	El Zapote	PP El Agua es vida	22/06/2015	2013	2015-4032	15823E		0.0	29.4	6.9	604	0

PARAMETROS FISICOQUIMICOS													
Aspecto	Color Verdadero Lab UC	Turbidez UNT Lab	Solidos Disuelt mg/L	Temperatura Lab °C	pH Lab	Conduct Electr Lab µS/cm	Alcalinidad Total (CaCO3) mg/L	Dureza Total (CaCO3) mg/L	Indice Satu	Sodio (Na) mg/L	Calcio (Ca) mg/L	Magnesio (Mg) mg/L	Potasio (K) mg/L
Transparente	15	5	1000	18 - 32	6.5 - 8.5	No Especifica	No Especifica	400	-0.5 - +0.5	200	100	50	10
Claro	ND	0.04	357	23.2	7.21	610	309.1	296.1	0.169	25.1	68.1	30.6	1.1

PARAMETROS FISICOQUIMICOS									
Hierro (Fe2+) mg/L	Bicarbonatos (HCO3) mg/L	Carbonatos (CO3) mg/L	Hidroxilo (H) mg/L	Cloruros (Cl) mg/L	Sulfatos (SO4) mg/L	Nitritos (NO2) mg/L	Nitros (NO3) mg/L	Fluor (F) mf/L	% Balance Ionco
0.3	No Especifica		No Normado	250.0	250.0	50	0.1	0.7-1.5	10.0
0.023	376.9	0.0	0.0	36	5.45	4.384	0.003	0.555	-2.53

(ENACAL, 1989)

# **ANEXO IV**

## ANEXO IV: DATOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	1303562.207	721978.8978	100	PI
2	1303552.586	721995.1287	100	BORRAR
3	1303539.416	721967.4889	99.759	REF 1
4	1303521.395	721942.4017	99.831	REF 2
5	1303526.891	721945.097	99.839	PUENTE
6	1303525.01	721946.0898	99.764	PUNTE
7	1303524.21	721945.3617	99.735	PUENTE
8	1303526.629	721943.6966	99.776	PUENTE
9	1303537.589	721968.4309	99.655	PUENTE
10	1303537.925	721969.4913	99.558	PUENTE
11	1303540.057	721968.6386	99.545	PUENTE
12	1303539.425	721967.5089	99.759	PUENTE
13	1303523.249	721987.0378	99.545	C
14	1303523.369	721986.0929	98.38	BC
15	1303523.598	721984.4976	98.432	LC
16	1303523.732	721982.7398	98.495	BC
17	1303546.243	721993.003	99.801	C
18	1303546.909	721990.6451	99.809	LC
19	1303546.631	721988.5159	99.951	PUNTA DE PLANCHA
20	1303533.85	721989.7796	99.993	C
21	1303534.205	721988.4455	99.485	BC
22	1303534.831	721986.2889	99.512	LC
23	1303535.124	721984.2714	99.628	BC
24	1303538.756	721981.4669	99.81	TN
25	1303543.071	721980.5929	99.813	BC
26	1303545.215	721979.3931	99.855	BC
27	1303542.911	721968.8927	99.069	TN
28	1303549.121	721977.042	99.012	C
29	1303550.667	721990.5528	100.008	BC
30	1303555.354	721989.1147	100.008	C
31	1303554.985	722007.78	99.855	PTE
32	1303557.736	722014.3784	99.896	C
33	1303559.755	722013.4043	99.96	BC
34	1303561.33	722012.4689	100.018	LC
35	1303563.453	722011.8101	100.064	BC
36	1303566.344	722009.8957	99.938	C
37	1303568.74	722036.4603	99.983	C
38	1303571.087	722034.8217	99.998	BC

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	
39	1303572.839	722033.8168	100.025	LC
40	1303574.32	722032.9711	100.038	BC
41	1303577.641	722031.6481	100	C
42	1303578.429	722048.918	100.15	PI
43	1303574.168	722016.8506	100.045	CENTRO DE POZO
44	1303570.054	722013.9743	100.062	CENTRO DE POZO
45	1303570.94	722015.4866	100.075	CENTRO DE POZO
46	1303574.251	722011.549	99.995	CENTRO DE POZO
47	1303553.025	721993.8052	100.081	PI=1
48	1303610.414	722112.0638	104.161	PI
49	1303578.412	722055.4057	99.923	C
50	1303581.264	722053.6945	100.185	BC
51	1303583.776	722052.3332	100.265	BC
52	1303587.553	722050.7213	100.047	C
53	1303587.137	722072.0788	100.172	C
54	1303589.479	722070.383	100.574	BC
55	1303592.589	722068.5511	100.613	BC
56	1303595.003	722066.9527	100.492	BORRAR
57	1303595.472	722066.4571	100.288	C
58	1303594.658	722085.0068	102.352	PTE
59	1303597.432	722092.3182	103.276	C
60	1303600.034	722091.0295	102.816	BC
61	1303603.723	722088.8253	102.866	BC
62	1303606.128	722087.1237	102.62	C
63	1303608.305	722113.6058	104.169	C
64	1303610.518	722112.4381	104.16	BC
65	1303613.908	722110.6553	104.234	BC
66	1303617.174	722109.061	104.235	C
67	1303575.233	722013.4943	100.169	CENTRO DE POZO
68	1303578.419	722048.8971	100.238	PI=42
69	1303635.496	722149.9215	106.928	PI
70	1303605.176	722107.5783	103.835	EP
71	1303620.158	722134.58	106.013	EP
72	1303622.019	722133.359	106.023	BC
73	1303625.034	722131.091	106.017	BC
74	1303623.274	722120.4217	106.719	C
75	1303619.811	722122.0969	105.18	BC
76	1303617.124	722124.2867	105.222	BC
77	1303614.913	722126.0094	105.092	C
78	1303610.411	722112.0576	104.222	PI=48

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
79	1303624.086	722140.8458	107.628	C
80	1303626.354	722139.4686	106.695	BC
81	1303629.078	722138.0037	106.674	BC
82	1303632.018	722136.6281	106.627	C
83	1303628.294	722129.7951	106.623	C
84	1303632.94	722157.9739	107.015	EP
85	1303635.012	722156.1314	106.865	BC
86	1303638.065	722154.1322	106.868	BC
87	1303639.748	722153.0258	106.772	PTE
88	1303640.328	722153.8118	106.682	C-EQ
89	1303677.113	722231.3544	104.706	PI
90	1303641.906	722176.4426	106.764	EP
91	1303658.714	722190.9467	106.263	EP
92	1303657.503	722191.3468	106.288	BC
93	1303654.402	722192.8686	106.281	BC
94	1303652.14	722194.312	106.431	C
95	1303644.666	722174.675	106.712	BC
96	1303647.974	722173.0918	106.712	BC
97	1303649.618	722172.5101	106.718	C
98	1303635.492	722149.9166	107.044	PI=69
99	1303655.519	722198.4715	106.209	EP
100	1303657.019	722197.8269	106.206	BC
101	1303660.021	722196.4862	106.237	BC
102	1303662.355	722195.5432	106.146	BC
103	1303662.885	722212.1967	105.686	C
104	1303664.048	722211.8657	105.695	BC
105	1303667.596	722211.1018	105.705	BC
106	1303669.763	722209.7049	105.629	C
107	1303670.299	722214.1031	105.534	PTE
108	1303678.883	722271.3562	103.639	PI
109	1303673.095	722232.8555	104.628	EP
110	1303674.287	722232.3335	104.65	BC
111	1303680.432	722230.6316	104.71	C
112	1303676.897	722249.497	103.826	EP
113	1303678.977	722249.4471	103.811	BC
114	1303682.716	722249.4257	104.052	BC
115	1303677.113	722231.3544	104.757	PI=89
116	1303691.865	722252.3835	104.178	C
117	1303691.77	722252.1692	103.695	C
118	1303690.582	722255.2171	103.643	PTE



N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
119	1303681.842	722261.3416	103.844	BC
120	1303677.927	722261.012	103.587	BC
121	1303676.886	722266.7138	103.489	BC
122	1303680.28	722267.5191	103.731	BC
123	1303698.394	722264.8471	103.489	EP
124	1303686.839	722267.4785	103.488	TN
125	1303689.72	722272.1649	103.293	C
126	1303683.483	722279.3921	103.183	C
127	1303676.067	722277.8507	103.434	BC
128	1303673.154	722276.3569	103.186	BC
129	1303650.685	722317.3981	102.38	PI
130	1303667.685	722284.7911	102.949	BC
131	1303670.908	722286.9007	103.025	BC
132	1303673.381	722288.9623	102.87	C
133	1303662.33	722292.1898	102.759	BC
134	1303665.051	722294.0253	102.742	BC
135	1303666.985	722295.4273	102.631	C
136	1303594.299	722232.9079	103.06	PI
137	1303657.994	722298.3949	102.664	BC
138	1303660.606	722300.0163	102.553	BC
139	1303662.134	722301.4918	102.471	C
140	1303601.266	722280.5708	103.06	PI
141	1303651.606	722288.2045	102.764	TN
142	1303660.959	722265.28	103.562	TN
143	1303631.356	722277.4578	102.797	TN
144	1303663.975	722278.648	103.261	AR-MANGO
145	1303611.666	722268.5671	103.56	TN
146	1303641.393	722260.7087	103.568	TN
147	1303591.561	722258.2192	104.676	TN
148	1303622.289	722256.3185	103.841	TN
149	1303575.478	722247.8263	105.306	TN
150	1303602.354	722251.7333	104.736	TN
151	1303584.223	722248.3949	105.142	TN
152	1303658.739	722246.4099	104.159	C
153	1303637.853	722240.4148	104.706	C
154	1303618.582	722234.356	105.246	C
155	1303678.855	722271.3436	103.763	PI=108
156	1303678.878	722271.3701	103.756	BORRAR
157	1303605.493	722226.1496	105.819	EP
158	1303595.576	722221.2934	107.109	EP

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
159	1303591.971	722227.7095	105.834	PTE
160	1303628.343	722237.6901	105.016	PTE
161	1303588.184	722228.9928	105.69	EP
162	1303576.149	722246.7984	105.352	EP
163	1303621.212	722235.4234	105.244	EP
164	1303568.204	722264.7895	104.765	EP
165	1303572.443	722275.4642	104.138	EP
166	1303596.476	722313.5046	101.547	EP
167	1303617.584	722345.1686	101.227	EP
168	1303634.137	722334.9926	101.606	C
169	1303648.704	722326.2764	102.275	EP
170	1303678.882	722271.3575	103.711	PI=108
171	1303658.501	722306.0048	102.512	C
172	1303657.759	722305.4182	102.457	BC
173	1303654.57	722303.7661	102.602	BC
174	1303655.925	722314.7575	102.321	C
175	1303654.777	722314.7917	102.352	BC
176	1303650.928	722314.2734	102.427	BC
177	1303644.922	722317.5192	102.084	PTE
178	1303655.044	722324.2458	102.342	EP
179	1303654.64	722324.4145	102.278	BC
180	1303650.429	722325.5621	102.279	BC
181	1303656.662	722343.6442	102.442	C
182	1303657.8	722343.0648	102.458	BC
183	1303660.753	722341.5003	102.479	BC
184	1303661.568	722341.2353	102.58	C
185	1303664.096	722360.383	102.76	C
186	1303664.962	722359.8521	102.799	BC
187	1303667.795	722358.3804	102.814	BC
188	1303668.728	722357.8262	102.883	C
189	1303675.013	722375.0708	103.012	PI
190	1303650.676	722317.3745	102.457	PI=129
191	1303670.984	722362.4539	102.983	EP
192	1303670.124	722363.0608	102.895	BC
193	1303667.264	722364.7981	102.883	BC
194	1303666.203	722365.1519	102.852	C
195	1303671.99	722376.324	103.026	PTE
196	1303672.964	722380.7423	102.941	EP
197	1303674.46	722380.1478	103.043	BC
198	1303677.29	722378.9866	103.057	BC

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
199	1303679.02	722378.1801	103.129	EP
200	1303680.226	722396.2875	103.17	EP
201	1303681.49	722395.4717	103.222	BC
202	1303684.788	722394.0801	103.282	BC
203	1303686.28	722393.5098	103.333	EP
204	1303688.192	722397.4919	103.399	EP
205	1303712.339	722456.1934	103.39	PI
206	1303684.195	722404.8593	103.336	EP
207	1303685.855	722403.7872	103.373	BC
208	1303688.949	722402.4171	103.394	BC
209	1303689.999	722401.9114	103.503	C
210	1303692.84	722421.423	103.545	PTE
211	1303690.777	722419.4328	103.496	EP
212	1303692.163	722418.9146	103.496	BC
213	1303695.691	722417.0502	103.589	BC
214	1303696.61	722416.2252	103.637	EP
215	1303675.004	722375.0516	103.12	PI=189
216	1303770.465	722428.7366	102.839	PI
217	1303738.978	722521.492	101.612	PI
218	1303647.623	722495.1845	103.004	PI
219	1303697.212	722431.3271	103.78	EP
220	1303701.601	722442.7091	103.762	EP
221	1303702.29	722442.4373	103.75	BC
222	1303705.893	722440.7477	103.81	BC
223	1303706.484	722440.3949	103.826	C
224	1303704.531	722435.1794	103.909	EP
225	1303706.9	722456.3039	103.431	EP
226	1303713.447	722454.1448	103.407	EP
227	1303715.543	722460.8965	103.214	EP
228	1303699.087	722462.8936	103.526	EP
229	1303710.19	722463.9259	103.184	EP
230	1303721.163	722456.1406	103.216	PTE
231	1303750.21	722434.973	102.621	LP
232	1303739.864	722447.4035	102.637	LP
233	1303698.402	722469.4699	103.507	LP
234	1303765.363	722432.1991	102.698	PTE
235	1303691.331	722473.0735	103.62	EP
236	1303680.519	722478.8024	103.23	EP
237	1303689.042	722467.9091	103.585	EP
238	1303710.336	722450.4715	103.555	FIN-BC

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
239	1303706.549	722451.9869	103.517	FIN-BC
240	1303713.924	722471.3358	102.906	PTE
241	1303717.367	722479.4781	102.587	EP
242	1303719.775	722478.3704	102.636	TN
243	1303722.314	722477.1885	102.699	C
244	1303712.358	722456.1838	103.452	PI=205
245	1303765.371	722426.7917	102.844	EP
246	1303795	722412.5505	103.052	EP-FIN CALLEJON
247	1303796.73	722417.8284	102.99	EP-FIN CALLEJON
248	1303712.341	722456.1939	103.475	PI=205
249	1303727.11	722488.0163	102.291	EP
250	1303724.536	722489.5632	102.339	TN
251	1303722.011	722491.0226	102.271	C
252	1303726.788	722502.8802	101.933	EP
253	1303729.441	722502.2044	101.971	LC
254	1303732.351	722501.1807	101.848	C
255	1303725.985	722541.638	101.451	CENTRO DE POZO
256	1303728.924	722540.3201	101.46	EQ-POZO
257	1303730.722	722540.7556	101.344	EQ-POZO
258	1303729.838	722545.4222	101.3	EQ-POZO
259	1303733.233	722523.0763	101.419	EQ-POZO
260	1303740.68	722520.138	101.518	C
261	1303741.352	722541.2957	101.255	C
262	1303745.626	722538.6896	101.638	LC
263	1303748.204	722536.6623	101.552	C-EP
264	1303712.338	722456.1939	103.483	PI=205
265	1303688.688	722467.4478	103.877	EP
266	1303668.898	722477.6652	103.259	EQ-C SALUD
267	1303670.823	722480.7173	103.351	LC
268	1303671.328	722484.5367	103.344	EQ-C ESCOLAR
269	1303649.81	722488.3643	102.98	EQ-C SALUD
270	1303651.445	722491.3398	103.086	LC
271	1303652.049	722493.7924	103.076	PTE
272	1303652.954	722494.2485	103.097	C-C ESCOLAR
273	1303633.578	722450.3756	102.539	EQ-C ESCOLAR
274	1303642.468	722493.8268	102.948	BC
275	1303622.879	722456.2131	102.475	C- CENTRO TOPE
276	1303612.639	722461.563	102.185	EQ- TOPE
277	1303638.589	722498.6647	102.936	C
278	1303640.007	722501.0948	102.912	C

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
279	1303636.82	722502.8754	102.991	EQ-C ESCOLAR
280	1303636.428	722502.8033	102.945	PTE
281	1303635.176	722501.5719	102.928	PI
282	1303628.986	722499.9943	102.878	EP
283	1303630.452	722502.8002	102.903	LC
284	1303631.362	722506.0484	102.864	EP- CALLEJON
285	1303618.067	722472.9605	102.451	C
286	1303630.468	722470.2869	102.67	TN
287	1303640.28	722466.0147	102.871	C-C SALUD
288	1303647.63	722495.1817	103.033	PI=218
289	1303653.19	722540.8125	102.437	PI
290	1303551.953	722543.3587	101.908	PI
291	1303644.786	722519.8262	103.004	C- ESCUELA
292	1303642.81	722520.492	102.958	LC
293	1303640.054	722521.9706	103.022	LP
294	1303615.085	722511.194	102.785	LC
295	1303616.511	722514.2018	102.742	LP- CERCO
296	1303613.881	722509.0626	102.734	C
297	1303603.906	722519.6602	102.636	PTE
298	1303602.809	722517.5416	102.675	LC
299	1303598.339	722516.6944	102.518	C
300	1303635.177	722501.5759	102.991	PI=281
301	1303653.78	722537.9622	102.583	EQ-C ESCOLAR
302	1303655.048	722540.2879	102.411	EP- CALLEJON
303	1303688.519	722519.0529	101.963	EP-C ESCOLAR CALLEJO
304	1303688.508	722520.8327	101.632	LC-CALLEJON
305	1303689.13	722522.0592	101.739	C
306	1303674.662	722528.375	101.779	LC
307	1303673.796	722527.0619	102.178	C- ESCUELA
308	1303674.571	722529.8133	101.85	C
309	1303648.98	722543.399	102.586	EQ- LP
310	1303660.315	722553.1384	102.014	PROYECCION FIN-P
311	1303654.419	722554.5078	102.272	PROYECCION FIN-P
312	1303655.763	722549.8316	102.192	TN
313	1303635.167	722501.5774	103.044	PI=281
314	1303594.951	722525.4445	102.598	EQ- IGLESIA
315	1303593.468	722522.8928	102.674	LC
316	1303591.744	722520.1851	102.492	EP
317	1303605.55	722512.8236	102.606	EP
318	1303554.582	722540.0498	102.052	EQ- CALLEJON

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
319	1303550.19	722541.8793	101.832	EQ- CALLEJON
320	1303556.974	722544.809	102.161	ENTRADA CALLEJON
321	1303552.758	722547.7256	101.955	ENTRADA CALLEJON
322	1303551.165	722545.5345	101.867	LC
323	1303554.299	722546.6792	102.046	LC
324	1303555.992	722542.679	102.117	LC
325	1303552.276	722540.9459	101.918	LC
326	1303556.398	722545.2542	102.105	PTE
327	1303531.95	722507.485	101.981	PI
328	1303557.842	722557.4398	101.878	EP
329	1303559.255	722556.5933	101.95	LC
330	1303562.14	722555.3598	102.176	C-IGLESIA
331	1303564.898	722569.9532	101.78	EP
332	1303566.826	722568.7952	101.791	LC
333	1303568.788	722567.7293	101.889	
334	1303572.104	722584.1766	101.576	EP-FIN CALLEJON
335	1303574.205	722583.1643	101.645	LC
336	1303576.549	722582.2127	101.63	EP-FIN
337	1303540.581	722523.964	102.236	BC
338	1303542.72	722522.435	102.278	LC
339	1303544.573	722521.1908	102.195	C
340	1303497.971	722575.4707	101.238	BORRAR
341	1303497.978	722575.4728	101.242	PI
342	1303551.947	722543.3494	101.956	PI=290
343	1303537.292	722508.6545	102.049	PTE
344	1303535.405	722503.2418	101.917	EQ-FIN CALLEJON
345	1303530.954	722505.9706	101.971	EQ-FIN CALLEJON
346	1303531.902	722510.2694	102.09	EQ-CALLEJON
347	1303494.915	722525.1479	102.332	EP-FIN CALLEJON
348	1303522.248	722516.0895	101.917	CALLEJON
349	1303520.713	722514.1401	101.82	LC
350	1303519.321	722512.2218	101.573	C
351	1303503.62	722527.3893	102.054	EQ-FIN CALLEJON
352	1303502.274	722524.5696	102.079	LC
353	1303551.944	722543.3647	101.989	PI=290
354	1303500.893	722574.8574	101.13	PTE
355	1303514.206	722562.3278	100.87	EP
356	1303515.564	722564.6227	100.884	LC
357	1303516.569	722566.7609	100.971	C
358	1303531.943	722552.8953	101.221	EP

N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
359	1303532.482	722554.6283	101.239	LC
360	1303534.174	722557.3713	101.2	EP
361	1303504.888	722567.6157	101.033	EP
362	1303496.926	722571.3459	101.309	EP
363	1303499.715	722572.8633	101.201	LC
364	1303490.889	722577.9004	101.358	LC
365	1303489.406	722575.5499	101.464	C
366	1303492.172	722579.8577	101.298	C
367	1303472.812	722588.7316	100.942	PI
368	1303497.966	722575.4788	101.286	PI=341
369	1303477.621	722588.2244	100.821	EP
370	1303476.38	722585.686	101.041	LC
371	1303474.487	722583.6385	101.077	EP
372	1303468.948	722586.6302	101.076	EP
373	1303467.206	722587.5536	101.055	LC-CAMINO
374	1303465.889	722588.5405	101.002	EP
375	1303452.106	722574.5167	101.691	PROYECCION CALLEJON
376	1303453.476	722573.5375	101.64	LC
377	1303455.248	722573.7064	101.657	C
378	1303463.386	722591.846	100.662	EP
379	1303484.378	722600.2932	100.004	C
380	1303479.273	722602.7638	99.596	LC
381	1303472.084	722606.5319	99.498	C
382	1303501.773	722656.4766	99.066	C
383	1303458.056	722614.705	99.377	PI=367
384	1303472.809	722588.7352	100.983	C
385	1303449.637	722607.306	99.956	C
386	1303432.257	722626.8815	99.089	TN
387	1303463.022	722621.7467	99.071	C
388	1303447.175	722641.1244	98.887	TN
389	1303472.411	722636.7364	98.937	C
390	1303458.994	722656.0285	98.936	TN
391	1303481.792	722652.952	98.912	C
392	1303474.315	722671.5902	98.81	TN
393	1303491.921	722667.802	98.878	C
394	1303482.353	722678.476	98.851	C
395	1303496.733	722672.1046	98.934	C
396	1303505.631	722662.9106	99.063	C
397	1303494.3	722644.2287	98.976	C

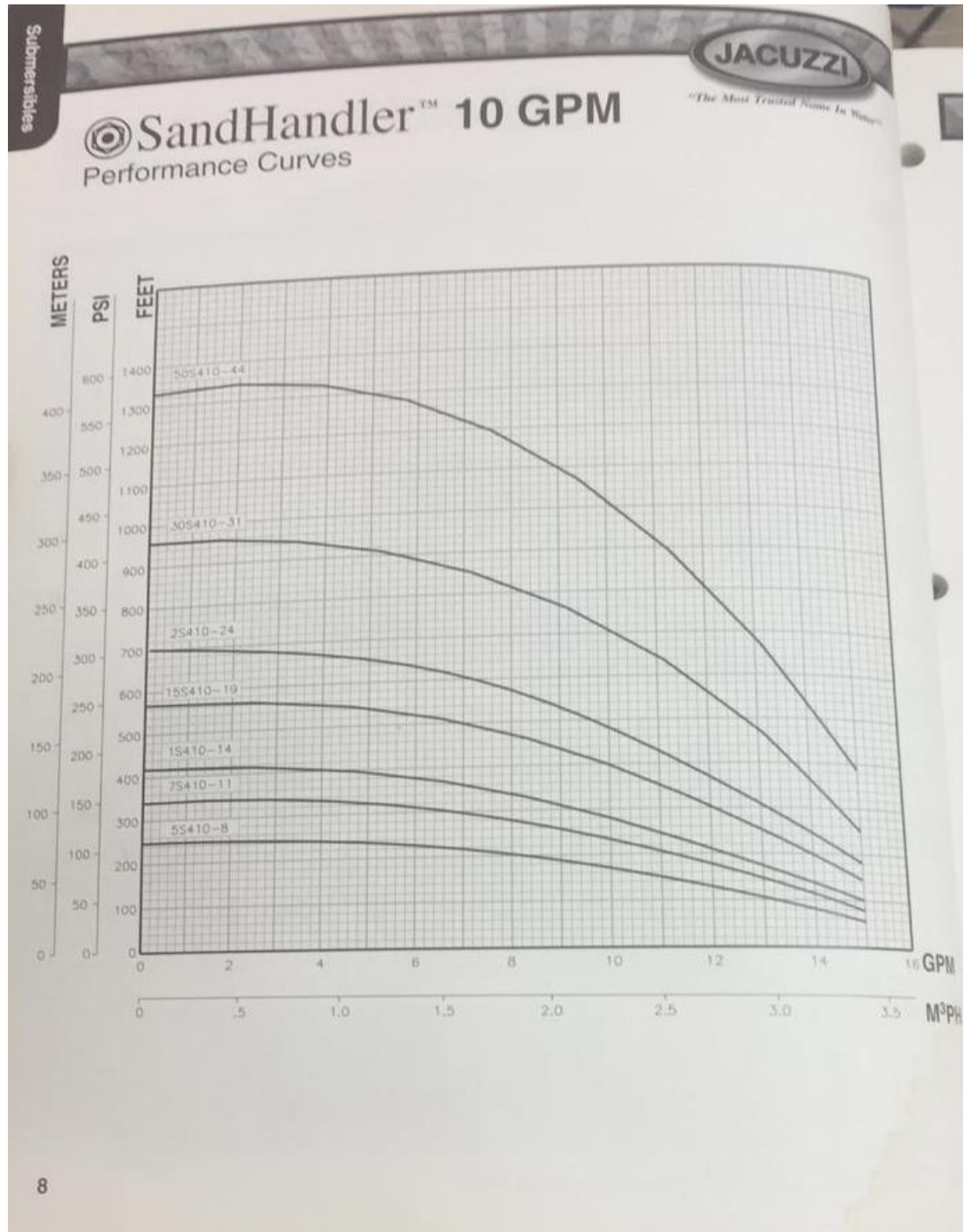
N_°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>398</b>	1303485.066	722628.711	98.998	C
<b>399</b>	1303474.699	722611.3184	99.211	C
<b>400</b>	1303614.593	722183.3565	110.43	Tanque

(Elaboración propia )



# **ANEXO V**

## ANEXO V: CURVA DEL EQUIPO DE BOMBEO



(Bombas JACUZZI)

# PLANOS